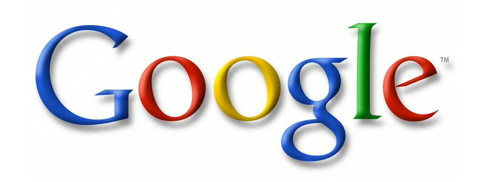



1198
.SOCIETY
RARY
29

RECHERCHES
SUR
LES MODIFICATIONS
DE L'ATMOSPHÈRE,

CONTENANT l'Histoire critique du Baromètre & du Thermomètre, un Traité sur la construction de ces Instrumens, des Expériences relatives à leurs usages, & principalement à la *mesure* des *Hauteurs* & à la correction des *Réfractions moyennes;*

AVEC FIGURES:

DÉDIÉES

A MM. de l'Académie Royale des Sciences de Paris.

Par J. A. DE LUC, Citoyen de Genève, Correspondant des Académies Royales des Sciences de Paris & de Montpellier.

NOUVELLE EDITION.

TOME TROISIEME.

Sunt aliquot quoque res, quarum unam discere causam
Non satis est.

LUCRET. De naturâ rerum, Lib. VI.

A PARIS,

Chez la Veuve DUCHESNE, Libraire, rue Saint-Jacques.

M. DCC. LXXXIV.

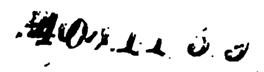
Avec Approbation & Privilége du Roi.



TABLE DES CHAPITRES CONTENUS DANS LE TROISIEME VOLUME; ET DE LEURS DIVISIONS,

TROISIEME PARTIE.

Préparatifs pour de nouvelles Expériences du Baromètre.



QUATRIEME PARTIE

*Expériences & recherches sur les moyens de connoître la densité de l'*Air *en tout tems & en tout lieu, & d'appliquer cette connoissance à la mesure des* Hauteurs *par le* Baromètre.



TROISIEME



TROISIÈME PARTIE.

PRÉPARATIFS
POUR DE NOUVELLES EXPÉRIENCES DU BAROMÈTRE.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION des Instrumens employés aux Observations qui servent de fondement à cet Ouvrage.

459. JE crois avoir démontré que les expériences qu'on a faites jusqu'à présent sur le *poids de l'air*, n'ont pu donner des résultats ni exacts, ni uniformes à cause des défauts des instrumens qu'on y a employés : & que par conséquent aucune des règles qu'on a données jusqu'ici pour connoître la hauteur des lieux par le moyen du Baromètre, ne peut être regardée comme générale : elles ne sont toutes que l'expression de quelques cas particuliers. On le comprendra mieux encore dans la suite de cet ouvrage. Mais puisque le manque de

Le manque de bons instrumens a été nuisible aux expériences sur le *poids de l'air.*

Nécessité des détails dans les descriptions.

bons inſtrumens eſt la principale cauſe des erreurs dans leſquelles on eſt tombé, & qui ont excité une juſte défiance chez les Phyſiciens ſur tout ce qui tient à cet objet; je n'aurois aucun droit à leur confiance, ſi je ne détaillois avec ſoin les précautions que j'ai priſes pour me mettre à l'abri de l'erreur.

Ceci annonce quelques détails dans la deſcription de mes inſtrumens; mais j'eſpère que ces détails ne ſeront point regardés comme inutiles par ceux que la matière intéreſſe. Il n'eſt peut-être rien de plus contraire aux progrès de la bonne Phyſique, que des expériences indiquées ſuperficiellement. Celui qui veut être exact dans ſes deſcriptions, quitte ſouvent le cabinet pour rentrer dans l'attelier; les réſultats vagues ne le contentent pas; il répète ſes expériences; &, ſe ſatisfaiſant ainſi lui-même, il évite de jetter les autres dans l'erreur ou dans le pyrrhoniſme. Je chercherai donc à être exact dans mes deſcriptions, au riſque de quelques détails ſuperflus: je commencerai par la deſcription de deux premiers Baromètres portatifs, pour faire connoître des propriétés du mercure qui peuvent n'avoir pas été obſervées.

Première tentative pour contenir le mercure dans le Baromètre.

Deſcription d'un Barom. où le mercure étoit contenu par un reſſort.

460. La *Fig.* 1re. de la *Planche* II, repréſente une boîte d'ivoire dont la cavité renferme pluſieurs pièces. Cette boîte ſervoit de réſervoir à un Baromètre. Une ouverture quarrée, garnie d'une glace, permettoit d'obſerver la

hauteur du mercure ; on voit une partie de cette espèce de fenêtre au-devant de la boîte ; mais comme son ouverture ne suffit pas pour découvrir l'intérieur, j'ai supposé que la boîte est coupée d'un côté & par le bas, relativement à cette ouverture.

Le fond de la boîte étoit percé d'un trou rond dans lequel entroit un tuyau d'ivoire : le bout ouvert de la petite branche du tube de verre étoit collé dans ce tuyau, & communiquoit ainsi avec le réservoir. Le couvercle de cette boëte fermoit exactement à vis : il étoit percé d'un trou par lequel on introduisoit du mercure lorsqu'il étoit nécessaire. On fermoit ce trou avec une cheville d'acier, quand le Baromètre n'étoit pas en expérience.

Une petite échelle d'une ligne de largeur, posée sur la glace, servoit à indiquer la hauteur du mercure dans le réservoir. Lorsque le tube étoit rempli pour le transport, on pouvoit ôter l'excédent du mercure, en tirant une cheville placée au bas de la boîte.

L'extrémité inférieure du tube, coupée bien net, passoit, comme je l'ai dit, au travers du petit cylindre d'ivoire, & venoit aboutir précisément à niveau du fond de la boîte. Une soupape d'acier, garnie par-dessous d'une peau mince, s'appliquoit exactement sur l'ouverture du tube. Cette soupape étoit pressée par un ressort fixé dans le haut de la boîte. La résistance occasionnée par le frottement de cette cheville dans son trou, suffisoit pour contenir le ressort. Le côté de la soupape, opposé à la charnière, portoit une espèce de fourchette qui

embrassoit une petite cheville fixée dans l'ivoire ; ce qui empêchoit la soupape de se mouvoir latéralement ; en sorte que le *mammelon* qui se formoit sur la peau comprimée à l'orifice du tube, se présentoit toujours de la même manière à cet orifice, & servoit comme de bouchon.

Lorsqu'on mettoit le Baromètre en expérience, la soupape étoit ouverte. Quand on vouloit le transporter, on faisoit rentrer le mercure dans le tube en l'inclinant : on tournoit alors la cheville ; la soupape s'abaissoit, & le ressort l'appliquoit sur le trou avec assez de force pour contenir le mercure.

Le mercure rend les ressorts fragiles.

461. Cette machine fit d'abord très-bien ses fonctions : mais peu de tems après, le ressort se cassa. J'en substituai un second, un troisième, & jusqu'à six, qui tous eurent le même sort. J'aurois été plus loin peut-être, pensant toujours que ces accidens provenoient de quelque défectuosité de l'acier ; mais heureusement, le dernier ressort fut fait dans un tems où mes occupations ne me permirent pas d'aller en campagne ; ce qui fit que le réservoir resta quelque tems sans mercure. Ce ressort faisoit très-bien ses fonctions, & je croyois avoir atteint mon but ; mais dès la première fois que je fis usage de la machine, & que, pour cet effet, je mis du mercure dans la boîte d'ivoire, le ressort se rompit. Je commençai alors à soupçonner que le mercure étoit la cause de ces accidens. Je remarquai que tous mes ressorts étoient rompus à l'un des plis que le mercure couvroit pendant les expériences ; j'examinai la fracture du

fixième, & je vis que le mercure y étoit attaché. Il me paroît donc certain que les ressorts, plongés dans le mercure, ne peuvent y être fortement bandés, sans risque de se rompre.

Seconde tentative pour contenir le mercure dans le Baromètre.

462. Ne pouvant plus confier aux ressorts la compression de la soupape, il fallut chercher quelqu'autre agent. J'employai, pour cet effet, la machine représentée par la *Fig.* 2. *Planche* II; elle est semblable pour l'extérieur, à celle dont je viens de donner la description; la soupape est à-peu-près de même; seulement elle est plus épaisse, & dans une position différente. Cette soupape tend toujours à s'ouvrir, par l'effort d'un ressort presque circulaire, monté sur deux longues jambes, & fixé par deux vis aux côtés de la charnière. Ce ressort forme à son extrémité opposée aux jambes, une espèce d'anse qui s'abaisse & passe par-dessous la fourchette de la soupape. Je l'ai élevé de cette manière, pour qu'il soit hors du mercure, lorsqu'il est bandé; c'est-à-dire, quand le mercure est rentré dans le tube du Baromètre, & que la soupape est fermée.

Autre machine pour contenir le mercure par un effet semblable à celui du coin.

J'ai substitué à la cheville d'acier, qui élevoit la soupape par le moyen de la chaîne (*Fig.* 1.), une autre cheville à-peu-près semblable : elle porte à son extrémité intérieure une autre pièce d'acier, qui, dans une partie de son contour, est une portion de spirale. La cheville passe au-dessus de la soupape, dans une direction qui

coupe à angle droit la ligne tirée de la charnière à la fourchette ; & le plan de la portion de ſpirale s'élève au-deſſus de cette dernière ligne.

Il eſt aiſé maintenant de voir l'effet de cette machine. Quand elle eſt dans la ſituation repréſentée par la *Figure*, la ſoupape eſt fermée. Mais en faiſant tourner la cheville dans le ſens néceſſaire, il ſe préſente ſucceſſivement au-deſſus de la ſoupape, des parties de la courbe, qui ſe rapprochent du centre : ce qui permet au reſſort de ſoulever la ſoupape. Cette machine agit donc par une force ſemblable à celle du *coin* ; elle comprime la ſoupape ſi fortement que, pour empêcher l'effet de ſa réaction, j'ai été obligé de faire paſſer la cheville dans une pièce quarrée d'ivoire, enchâſſée ſolidement dans l'épaiſſeur de la boîte.

Le mercure fait rouiller l'acier.

463. Je me ſuis ſervi de ce Baromètre pour mes premières expériences, mais il s'eſt trouvé ſujet à un inconvénient que je n'avois pas eu le tems d'appercevoir dans la première conſtruction : c'eſt que toutes les pièces d'acier ſe couvroient de rouille, pour peu qu'elles ſéjournaſſent dans le mercure (*a*) ; ce qui le saliſſoit tellement, que ſes bords n'étoient plus aſſez décidés, pour juger préciſément de ſa hauteur dans le réſervoir. Je me vis donc obligé, après cette nouvelle épreuve, d'abandonner abſolument tout métal pour contenir le mercure.

(*a*) J'ai trouvé la même obſervation dans un Mémoire de M. *Liſter*, dont j'ai fait mention ci-devant (128).

dans le Baromètre. J'ai cru qu'il ne seroit pas inutile de rapporter ces deux tentatives, pour épargner de la peine à ceux qui voudroient employer quelque moyen de même espèce, ou construire quelqu'autre machine analogue.

Baromètre portatif.

Je me proposois de passer un vernis sur les pièces de mon second Baromètre, pour essayer de les mettre à l'abri de la rouille; lorsque je découvris par mes expériences, que les réservoirs formoient un obstacle à l'uniformité de hauteur du mercure. J'abandonnai alors cette construction, pour en chercher une, qui put convenir à un tuyau simplement recourbé. J'ai réussi; & ce troisième Baromètre, avec lequel j'ai fait mes principales expériences, subsiste depuis douze ans, sans que j'y aie découvert aucun défaut. C'est celui que je vais décrire, avec toutes les pièces qui l'accompagnent. Je l'ai représentai dans la *Fig.* 5e. de la *Planche* II: toutes ses parties sont réduites sur une *échelle* de 4 lignes pour un pouce; en sorte qu'on pourra connoître leur grandeur naturelle, en triplant les dimensions de la *figure*.

464. La boîte qui le renferme est d'une pièce de *sapin* dont les fibres sont serrées & droites. J'ai déjà eu occasion de dire que le *sapin* est celui de tous les bois, sur lequel la chaleur & l'humidité influent le moins dans le sens de sa longueur. La pièce du fond de la boîte a un pouce d'épaisseur; tant pour lui donner de la

De la boîte du *Baromètre portatif.* Elle doit être de *sapin*.

ſolidité, qu'afin de pouvoir y enchâſſer diverſes pièces. Les côtés ont environ 5 lignes d'épaiſſeur ; ils s'attachent à la pièce du fond par des vis, afin de pouvoir les ôter quand il eſt néceſſaire. Les pièces qui ferment le haut & le bas ſont de même épaiſſeur, & garnies l'une & l'autre d'un couſſinet de coton couvert de cuir, qui ſert à diminuer l'effet des chocs. La porte a 4 lignes d'épaiſſeur : elle tourne ſur trois charnières, & ſe ferme par autant de crochets. Elle ſert non-ſeulement à renfermer toute la machine, mais encore à l'empêcher de ſe courber par l'humidité & par la chaleur, auxquelles elle eſt ſouvent expoſée.

Au travers du couſſinet ſupérieur, paſſe une boucle deſtinée à ſuſpendre la machine. J'ai fait cette boucle avec une *corde filée* de violoncelle : elle a tout l'avantage du métal pour ne pas s'uſer ; mais elle eſt préférable, parce qu'elle embraſſe mieux le clou, ou tel autre corps auquel on ſuſpend la machine.

Dimenſions des tubes.

465. Le tube qui ſert au Baromètre eſt fait de deux pièces : l'une de 34 pouces, outre la courbure d'en bas ; & l'autre de 8 pouces : elles communiquent l'une à l'autre, au travers d'un *robinet*.

Manière de les fixer à la boîte.

Comme les Baromètres, deſtinés à ſervir ſur les montagnes, ſont ſujets à beaucoup d'accidens ; il faut prendre bien des précautions pour les conſerver. L'une des principales conſiſte à fixer le tube de manière qu'il puiſſe réſiſter aux contrecoups & aux ébranlemens occaſionnés par des chocs preſqu'inévitables,

Voici une méthode dont j'ai reconnu l'avantage, par des expériences tant accidentelles que faites à dessein.

Je fais à la planche du fond de la boîte une rainure, dont la largeur est telle, que le tube y entre juste étant enveloppé d'un papier fort, & dont la profondeur est à-peu-près égale à la largeur. Cette rainure doit être faite avec un *bouvet*, afin que ses bords étant droits & tranchans, les divisions puissent s'appliquer exactement au tube.

Le fond de la boîte est couvert d'un beau papier, sur lequel on trace les divisions. Ce papier, qui doit être fort, est aussi destiné à soutenir le tube. Pour cet effet, après avoir enduit de colle le côté du papier qui doit s'appliquer au bois, il faut l'y étendre, & le rendre adhérent sur toute l'étendue du plus grand côté du fond de la boîte. Il convient de l'appliquer aussi, mais plus légèrement, de l'autre côté; afin qu'il puisse céder en glissant sur le bois. Il faut alors poser le tube sur la rainure, & l'enfoncer précisément à moitié: si l'on passoit au-delà, les divisions ne s'appliqueroient plus au tube. En le pressant de cette manière, il entraîne le papier avec lui dans la rainure, & il s'y moule exactement. Pour retenir le tube dans cette rainure, je me sers de fil de cuivre rouge, recouvert de soie, dont je tords fortement les bouts; ce que sa souplesse permet, sans risque pour le verre.

L'avantage de cette précaution consiste en ce que, si la boîte tombe sur son fond, toutes les parties du tube pressent également le papier,

& par ce moyen, leur mouvement étant arrêté dans le même tems, elles ne tendent point à se séparer. Le papier arrête aussi le frémissement du verre dans les chûtes en avant; & comme les liens de fil de cuivre sont à peu de distance les uns des autres, il faudroit un choc bien violent pour que le tube pût se rompre.

Description d'un Robinet *pour le* Baromètre portatif.

Difficultés dans la construction d'un robinet pour contenir le mercure.

466. Le Baromètre, comme je l'ai dit, est composé de deux tubes, qui communiquent l'un à l'autre, par le moyen d'un *robinet.* J'ai substitué cette pièce à celles que représentent les *Fig.* 1 & 2, qui servoient à contenir le mercure dans le Baromètre, quand on vouloit le transporter.

Je crus d'abord qu'un simple *robinet* d'ivoire, bien exécuté, suffiroit pour empêcher la sortie du mercure; & ne voulant rien négliger pour l'avoir aussi parfait qu'il étoit possible, j'en donnai la commission à un très-habile tourneur de Paris. Il me fit payer bien chèrement deux de ces pièces, où l'on ne pouvoit rien desirer pour la perfection du travail; & cependant elles laissoient échapper le mercure aux moindres secousses que recevoit le Baromètre.

La *clef* de ce robinet doit être de liége.

467. Je compris par-là qu'il falloit que la pièce intérieure du *robinet* fût de quelque matière compressible, qui pût se prêter à toutes les inégalités du trou. Le liége me parut propre à cet usage: je dirai bientôt comment je vins à bout de le façonner.

On voit dans la *Fig.* 4 le *robinet* en partie demonté, & de grandeur naturelle. Il est composé de deux petits cylindres d'ivoire *a*, *b*, percés dans leur longueur d'un trou, dont le diamètre doit être tel, que le tube y passe avec facilité ; & d'une pièce d'ivoire quarrée *c*, qu'on voit ici de côté, & en face dans la *Fig.* 3. Cette pièce a 13 lignes de longueur, & autant de largeur, sur 9 lignes d'épaisseur. Elle est percée de deux trous : l'un est au milieu de la face quarrée, & traverse la pièce dans son épaisseur ; il a 8 lignes de diamètre, & il est destiné à recevoir la *clef f*, *d*, *e* : l'autre traverse la pièce dans sa longueur ; son diamètre doit être égal au diamètre intérieur du tube : on a réservé sur la pièce d'ivoire même, à chaque extrémité de ce trou, des tuyaux de 3 lignes de longueur, qui doivent entrer fort juste dans les trous des petits cylindres dont j'ai parlé : on voit ces petits tuyaux en *h* & *i* dans la *Fig.*, vis-à-vis des trous cylindriques qui doivent les recevoir.

Et les autres pièces d'ivoire.

La pièce la plus essentielle du *robinet* est la *clef*, c'est-à-dire, la pièce qui sert, en la tournant, à ouvrir & fermer la communication entre les deux tuyaux de verre. Cette *clef* est composée de *liége* & d'*ivoire* : le *liége* entre dans le grand trou de la pièce *c*, qu'il dépasse en *f* : la pièce *d*, *e*, qui est d'*ivoire*, est collée avec le *liége* ; elle sert à faire tourner la *clef* : on la voit de côté dans la *Fig.* 4 ; elle est en face dans la *Fig.* 3. Pour faire cette *clef*, je pris du meilleur *liége* que je pus trouver, c'est-à-dire, du plus compacte, sans fistules, ni

Manière de tourner le liége.

durillons. Je le traversai dans sa longeur d'un *arbre* d'acier à pans ; je le tournai sur cet *arbre*, me servant d'abord pour l'ébaucher d'un outil très-affilé, que je présentois obliquement au *liége*. Lorsque je l'eus réduit à la grosseur convenable, je pris une lime neuve, fort douce, & d'environ un pouce de largeur ; je la tins appuyée sur le support du *tour* ; & à chaque coup d'*archet*, je la faisois baisser, pour qu'elle touchât le *liége*. Par ce moyen, & avec de la patience, je parvins à le tourner droit, rond & poli, comme le bois le plus doux. Je laissai son diamètre d'une ligne plus grand que celui du trou dans lequel il devoit entrer.

Je fis ensuite la pièce d'*ivoire*, ou la *tête* de la *clef*. On voit sa forme dans les deux figures. Je creusai sa partie cylindrique *d* (*Fig.* 4), de quatre lignes de profondeur, & d'une largeur telle, que le cylindre de *liége* y pût entrer avec force.

Inconvénient produit par la trop grande flexibilité du liége.

La flexibilité du liége, absolument nécessaire à divers égards, produit cependant un inconvénient. J'ai dit que le diamètre du cylindre de liége est d'une ligne plus grand que celui du trou qui doit le recevoir : cela est nécessaire pour qu'il soit fortement comprimé. Mais il en résulte que le mouvement ne se transmet pas également d'un bout du cylindre de *liége* à l'autre bout, quand on fait tourner la *clef*. La première lame circulaire du *liége*, qui communique immédiatement avec l'*ivoire*, cède à l'effort de celui-ci ; mais la seconde lame ne cède pas entièrement à la première, à cause de leur flexibilité ; elle reste donc un peu en arrière

la troisième en fait autant, & ainsi de suite; tellement que le cylindre de *liége* se tord un peu.

J'ai remédié à ce défaut par le moyen d'une lame d'acier mince & plane, que j'ai introduite dans le cylindre de *liége*, dans le sens de sa longueur, en partant de la pièce d'ivoire *d*, *e*; & jusqu'au trou de la *clef*. Cette lame a 6 lignes de largeur, & 7 de longueur. Je fendis le *liége* avec un instrument tranchant & mince, en observant de ne pas l'ouvrir latéralement; mais seulement de la largeur de la lame, que je rendis un peu plus mince par le bout qui devoit entrer le premier. Avant de l'enfoncer dans cette fente du *liége*, je la chauffai, & je l'enduisis de colle de poisson, pour que le tout fût mieux lié. Moyen d'y remédier.

Ces pièces étant préparées, je savonnai le cylindre de *liége*, pour diminuer son frottement, & je le fis entrer dans la pièce *c*, en le laissant déborder d'environ 4 lignes. Je garnis de colle de poisson cet excédent; & je le fis entrer dans la cavité cylindrique de la pièce *d*, *e*, en appuyant fortement, pour que le bord circulaire de la pièce *d* portât exactement sur la pièce *c*. Quand la colle fut sèche, je pus faire tourner la *clef*, & la retirer, comme si elle eût été d'une seule pièce. Réunion des pièces de la *clef*.

Il s'agissoit alors d'avoir un trou bien net au travers du *liége*, afin que le mercure pût y passer librement. Pour cet effet, je mis la *clef* à sa place, en tournant sa *tête* dans le sens où la représentent les *Fig.* 3 & 4. Introduisant ensuite une pointe d'acier dans les petits tubes saillans de la pièce *c*, je traçai sur le *liége* la forme de Du canal de la *clef*.

leur trou. Cette opération faite, je retirai la *clef*; & ſuivant exactement les traces de la pointe d'acier, je perçai le *liége*, d'abord avec un foret, & enſuite avec une lime ronde. Mais ce canal, quoiqu'aſſez net, n'avoit pas un poli ſuffiſant pour fournir un paſſage libre au mercure; & d'ailleurs il ſe tordoit & ſe rétréciſſoit quand le *liége* étoit comprimé dans ſa place.

Il eſt fait d'un tuyau de plume d'oie.

Pour donner à ce canal le poli néceſſaire, j'y introduiſis un bout de plume d'oie, dont le diamètre intérieur étoit égal à celui de mes tubes de verre, & par conſéquent à celui des petits tuyaux *h*, *i*. Je préfererois un tuyau d'ivoire fort mince, quoique celui de plume ait bien rempli mon but.

Avantage du liége pour un robinet de cette eſpèce.

468. Le *robinet*, conſtruit de la manière que j'ai décrite, a fait ſes fonctions dès la première fois, auſſi bien que je pouvois le déſirer; & il exiſte encore après douze années de ſervice. Le *liége*, comprimé dans le canal d'ivoire, le remplit exactement. On voit combien il eſt preſſé par le bourrelet qu'il forme au-delà du trou, du côté oppoſé à la *tête* (*Fig.* 4.): & malgré cette compreſſion, ſon mouvement eſt plus doux que s'il étoit d'ivoire.

Le *liége* a ſur l'ivoire, pour l'uſage dont il s'agit, d'autres avantages eſſentiels. D'abord, comme ſa compreſſion ſurpaſſe de beaucoup l'influence de l'humidité & de la ſéchereſſe, il n'eſt jamais ſenſiblement plus gêné, ni plus libre; parce qu'il tend toujours à ſe dilater. Secondement, quand le robinet eſt fermé, & que la colonne de mercure appuie contre le *liége*, l'élaſticité de celui-ci diminue beaucoup l'effet

des secousses. Enfin il résiste suffisamment, pour empêcher la sortie du mercure dans l'agitation occasionnée par le transport ; & cependant il lui fournit une issue par sa flexibilité, quand la châleur le dilate ; ce qui est nécessaire pour prévenir des accidens.

Etendue du mouvement de la clef.

469. Il est essentiel que le canal de plume corresponde parfaitement avec les tubes, quand le Baromètre est en expérience. J'ai mis, pour cet effet, une petite cheville d'acier à côté de la *tête* du *robinet*, sur sa partie cylindrique (*Fig.* 3) ; & quand on le fait tourner, cette cheville l'arrête en deux points éloignés l'un de l'autre d'un quart de révolution. L'un de ces points place le canal de plume dans la direction où il doit être, pour que le mercure se meuve librement : la petite cheville d'acier s'arrête alors contre l'une des quatre vis placées aux angles de la pièce quarrée, & qui servent à l'arrêter sur le fond de la boîte, comme on le voit dans la *Fig.* 3 : cette vis est celle de la droite en bas, dont la tête est, pour cet effet, plus élevée que celle des autres : la cheville dont je parle, paroît foiblement dans la *Figure*, tout auprès de cette vis. Le quart de révolution opposé, qui ferme le *robinet*, est déterminé par une autre cheville, plantée dans le haut de la pièce quarrée, à côté de la vis qui est à droite.

De la place du robinet dans la boîte.

470. Avant de coller ensemble, & avec le tube, les pièces qui composent le *robinet*, il faut préparer sa place dans le fond de la boîte. Cette opération demande quelque soin. La *pièce quarrée* doit entrer juste dans le bois, afin

qu'en tournant la *clef* du *robinet*, il ne soit pas ébranlé. Elle doit porter exactement dans le fond de sa loge, afin qu'en serrant les vis elle ne se dérange point : & quand elle est fixée, il faut que les tuyaux de verre reposent sur le papier qui est dans leur rainure. Toutes ces conditions sont nécessaires, afin que la machine soit solide, sans que le verre soit gêné ; autrement il risqueroit de se rompre.

Profondeur de la boîte.

471. Le robinet est la plus saillante de toutes les pièces renfermées dans la boîte : c'est lui par conséquent qui en détermine la profondeur. Pour la diminuer autant qu'il est possible, j'ai creusé la porte, vis-à-vis de cette pièce : au moyen de quoi, la profondeur intérieure de la boîte est réduite à un pouce.

Il faut faire bouillir le mercure dans le tube.

472. Lorsque tout est ainsi préparé, il faut charger le tube (1). J'ai décrit, dans le Chapitre précédent, l'opération par laquelle on en chasse l'air par le feu (356) : j'ai dit aussi, en traitant du Thermomètre, comment on peut connoître si le mercure est bien pur (457 *c.*).

---

(1) Si l'on pouvoit se promettre d'avoir assez d'attention pour conserver le tube dans l'état où il est, après l'opération du feu, c'est-à-dire, sans laisser sortir du mercure, ni entrer de l'air, pendant qu'on prépare toutes les pièces que je viens de décrire ; cela vaudroit mieux que d'attendre à le charger, lorsque tout est prêt ; parce que le tube est toujours exposé à quelque risque, lorsqu'on fait bouillir le mercure : & s'il venoit à se rompre quand tout est ajusté, en conséquence de ses dimensions, il y auroit bien du travail perdu, à moins qu'on n'en trouvât un semblable.

De

De la jonction du robinet avec les deux tubes du Baromètre.

473. Je viens maintenant à la réunion de toutes les pièces qui doivent faire, des deux tubes & du *robinet*, un canal continu. J'ai dit précédemment que ces tubes doivent entrer avec un peu de liberté, dans les cylindres d'ivoire, *a* & *b*, (*Fig.* 4); c'est parce que, n'étant jamais assez ronds pour remplir parfaitement le trou, il faut y suppléer en les garnissant. J'emploie pour cela une bandelette de la membrane dont se servent les *Batteurs-d'or* (*a*); j'en enveloppe le bout du tube, après l'avoir enduite de colle de poisson.

Il faut garnir les tubes par le bout qui doit entrer dans le robinet.

La membrane dont se servent les *Batteurs d'or* est propre à cet usage.

474. La réunion des pièces du robinet demande un peu de célérité, pour qu'on ait le tems de les ranger comme il faut, avant que la colle soit sèche. J'emploie la colle de poisson, parce qu'elle s'attache mieux au verre

Usage de la colle de poisson.

(*a*) Cette membrane est faite avec la pellicule qui tapisse intérieurement le *rectum* des bœufs. On la prépare en l'étendant en plusieurs couches sur un petit chassis de bois, pendant qu'elle est fraîche. Ces couches, qu'on pose successivement les unes sur les autres, s'attachent tellement par leur viscosité, qu'elles semblent avoir été toujours réunies. Lorsque cette membrane est fraîche ou ramollie, elle s'attache sans aucun enduit au verre & à toute autre matière. Il convient de savoir préparer cette membrane, si l'on est dans le cas de s'en servir; parce que les *Batteurs-d'or* n'en ont presque jamais dont ils puissent disposer: ils en préparent une certaine quantité à la fois, dont ils forment une sorte de livret, entre les feuilles duquel l'or s'étend sous le marteau.

qu'aucune autre. Il faut avoir ſoin de l'entretenir fluide, ſur un feu modéré, en faiſant attention qu'il ne s'y forme point de bulles d'air ; parce qu'elles prépareroient des routes au mercure, qui s'échapperoit en perçant leur enveloppe. Il faut auſſi que la colle ſoit fort épaiſſe, afin qu'en ſechant, ſon volume diminue le moins qu'il eſt poſſible. Pour n'être pas obligé de penſer à trop de choſes en même tems, il convient d'ajuſter ſéparément les deux tubes : je parlerai d'abord de ce qui concerne le plus long.

Réunion du grand tube avec le robinet.

475. Je fais un peu chauffer le petit tuyau *h*, de la pièce d'ivoire *c*, *Fig.* 4; l'extrémité du grand tube de verre, qui eſt garnie de peau, dont on voit une partie en *g*; & le petit cylindre d'ivoire *b*, dans lequel le tube de verre doit entrer. Cette chaleur produit deux bons effets : elle dilate & écarte la couche d'air qui tapiſſe ces pièces, & la colle s'y attache mieux ; elle entretient auſſi la fluidité de cette colle pendant qu'on range les pièces. Quand elles ſont ſuffiſamment chaudes, je mets de la colle, auſſi promptement qu'il m'eſt poſſible, autour & ſur la coupe du tuyau d'ivoire *h*, & du tube *g*, & dans le trou du cylindre *b*, qui doit les réunir : je fais entrer le tuyau d'ivoire par l'un des bouts du cylindre, & je les fais joindre exactement : j'introduis enſuite le tube de verre par l'autre bout du cylindre, de manière que ce tube touche au tuyau d'ivoire ; & tandis que la colle eſt encore fluide, je mets le *robinet* dans ſa place (*Fig.* 3), en tournant le tube, ou le cylindre, juſqu'à ce que, les vis qui tiennent le *robinet* etant ſerrées, le tube porte

ſur le papier dans ſa rainure ; & je laiſſe ſécher le tout dans cet état.

476. Malgré toutes ces précautions, il eſt poſſible qu'avec le tems le mercure parvienne à s'ouvrir quelqu'iſſue au travers de la colle : c'eſt ce qui m'eſt arrivé au bout de pluſieurs années. Voici comment j'y remédiai. Je pris d'abord une ſoie ordinaire ; & après l'avoir enduite de colle de poiſſon, j'en mis deux tours ſur le tube, preſſés contre le robinet, & fortement ſerrés, de la même manière dont on fait les étranglemens dans les *artifices* ; c'eſt-à-dire, que ces deux tours de ſoie, par leur arrangement, forment ce qu'on appelle le *nœud de l'Artificier.* Je mis enſuite de la même manière deux autres tours d'un cordonnet mince de ſoie, & enfin deux tours d'un cordonnet plus gros. Le cordonnet mince ſert à remplir le petit triangle vuide, que laiſſeroit la rondeur du gros cordonnet dans l'angle que forment entr'eux l'ivoire & le verre : la ſoie fait le même office pour le cordonnet mince : le tout enſemble forme un maſſif de colle & de ſoie impénétrable au mercure.

Précaution pour remédier au défaut de la colle.

La plus grande difficulté que je rencontrai pour employer ce moyen, c'eſt que, pendant toutes les opérations qu'il exige, la colle ſe refroidiſſoit, & ſe détachoit de la ſoie & de l'ivoire. Cela me fit penſer à un moyen que j'ai employé depuis très-utilement en diverſes occaſions. Je fis chauffer le bout courbé d'un chalumeau de cuivre, & je ſoufflai ſur mon enduit avec ce chalumeau : la colle ſe refondit entièrement ; elle pénétra & enveloppa toutes les ſoies : elle s'appliqua intimément au verre

Moyen d'entretenir la colle fluide pendant qu'on range les pieces.

& à l'ivoire, tellement qu'après qu'elle fut réfroidie, elle parut comme un vernis, & le mercure n'a pu la pénétrer. On peut donc, avec un chalumeau échauffé, entretenir liquide la colle de poiſſon, quoiqu'elle ait quitté le feu; & réuſſir aiſément, par ce moyen, à des opérations qui, ſans cela, ſeroient très-difficiles.

Réunion du petit tube au robinet.

477. L'effort du mercure dans le Baromètre ne ſe faiſant que de bas en haut au-deſſous du robinet; c'eſt à-dire, de *g* vers *b* (*Fig.* 3), il n'eſt pas néceſſaire de prendre autant de précautions pour coller le robinet avec le tube de verre qui eſt au-deſſus. Ainſi je n'ai pas collé le cylindre d'ivoire *a* avec la pièce *c* (*Fig.* 4); je me ſuis contenté de coller ce cylindre avec le tube de verre, en ajuſtant ces trois pièces de manière que le tube de verre touche le petit tuyau *i* de la pièce *c*, quand le cylindre *a* appuie contre elle. Je mets une rondelle de peau mince entre cette pièce & le cylindre, qui ſe trouve fortement comprimée, quand le *robinet* eſt dans ſa place; pour que le mercure ne puiſſe ſe faire jour par-là, quand il s'élève beaucoup dans la petite branche, comme il arrive ſur les hautes montages. Il eſt néceſſaire de pouvoir ſéparer ce petit tube, comme on le verra dans la ſuite.

Précautions à prendre quand on coupe des tubes.

478. Si les tubes de verre ne s'appliquoient pas exactement au robinet par leur extrémité, il y reſteroit de l'air qui nuiroit au Baromètre. Il faut donc néceſſairement que ces tubes ſoient coupés bien plats. On y réuſſit quelquefois en les rompant, après avoir entaillé tout le tour avec l'angle d'une lime, pour déterminer le

lieu de la fracture ; & l'on remédie aux inégalités avec une lime douce, ou sur la roue d'un lapidaire. Il faut aussi, sur-tout dans ce dernier cas, les passer à la flamme d'une lampe d'émailleur, pour souder ensemble les parties qui, par des félures imperceptibles, tendent à se désunir. Sans cette précaution, on risqueroit de fendre les tubes, en les faisant entrer avec force dans les pièces d'ivoire. C'est ce qui m'est arrivé ; & je ferai une petite digression à ce sujet, qui ne sera pas inutile à ceux qui emploient des tuyaux de verre.

Quand j'aurai parlé des soins qu'il faut prendre pour assortir les deux tubes du Baromètre, on sentira combien un petit tuyau de verre peut devenir précieux, lorsqu'il est destiné à certain usage, & que ses dimensions influent sur le tout dont il fait partie. Un tube de cette espèce se fendit, en l'introduisant dans un des cylindres d'ivoire, & j'eus le plaisir de le sauver : voici comment j'y parvins.

479. On sait que le verre qui a commencé à se fêler, continue quand on l'expose à la chaleur. C'est, sans doute, en grande partie, parce que le fluide élastique qui s'introduit dans ces fentes, étant dilaté par la chaleur, pousse avec plus de force les parois qui le renferment, & agit comme un coin pour fendre le verre de plus en plus. Je pensai donc que, si je pouvois dilater ce fluide assez lentement pour qu'il sortît sans effort, les surfaces se rapprocheroient, au lieu de s'écarter.

Moyen de souder les tubes fêlés.

Je tentai ce moyen, en présentant d'abord mon tube à la flamme d'une lampe, à la distance

d'un pouce : je l'approchai enſuite peu-à-peu, & je demeurai ſept à huit minutes à lui faire parcourir cet eſpace. La fente s'accourcit à meſure que j'approchois ; tellement que lorſqu'elle fut près d'entrer dans la flamme, elle diſparut entièrement. Les ſurfaces étoient alors entièrement rapprochées. Curieux de voir ſi l'adhrence s'étoit rétablie; j'éloignai le tube de la flamme avec lenteur, & je vis la fente partir du bord & ſe prolonger, en ſuivant les mêmes contours qu'elle avoit auparavant. Je ne lui donnai pas le tems de continuer ſa route ; je rapprochai le tube, elle rétrograda, & diſparut à l'attouchement de la flamme : j'y plongeai le tube ; & après l'y avoir laiſſé quelque tems, je pouſſai la flamme avec un chalumeau contre le verre, juſqu'à ce qu'il fût rouge. Je retirai alors le tube fort lentement : il ſe refroidit peu-à-peu, & les parois de la fente s'étant ſoudées pendant qu'il étoit rouge, elle ne reparut plus.

Le tube dont je parle eſt celui qu'on voit repréſenté dans la *Fig.* 3, au-deſſus du robinet ; il m'étoit important de le conſerver, parce qu'il avoit les dimenſions requiſes, dont je vais parler maintenant.

Du choix des Tubes pour ce Baromètre.

Il faudroit que les tubes des Baromètres fuſſent parfaitement cylindriques. Cependant

480. J'ai expoſé ci-devant les raiſons d'employer, pour le Baromètre, des tubes de diamètre égal, & ſimplement recourbés (384) ; mais de tels tubes ſont très-rares. Il falloit donc trouver quelque moyen d'obvier à l'effet de leur inégalité. Celui que j'ai employé conſiſte à

faire en sorte que, lorsque le Baromètre est chargé, les deux extrémités de la colonne de mercure se trouvent toujours dans des portions du tube, dont les diamètres soient égaux.

On peut suppléer à de petites inégalités.

La jonction des deux branches du Baromètre par le robinet, fournit un moyen aisé de les assortir convenablement : voici comment on peut les comparer.

Il faut d'abord connoître la forme de la partie supérieure du grand tube. Pour cet effet, on y introduira un petit bouchon de liége, par le moyen d'un fil auquel il sera attaché, & qui servira à le faire glisser dans le tube. On arrêtera le bouchon, autant au-dessous du sommet du tube encore ouvert, qu'on supposera que le mercure pourra s'abaisser en observant : 7 à 8 pouces suffisent dans ces Baromètres, où l'on n'apperçoit que la moitié de la variation dans chaque *branche*. On versera par le sommet plusieurs portions de mercure de poids égal & connu, capables d'occuper entr'elles cet espace. Si chaque portion, introduite séparément, occupe la même étendue, le tube sera cylindrique. Il faudra donc, pour la petite branche, un tube cylindrique de même diamètre. Si les différences sont petites, le tube pourra servir ; mais il faudra prendre note de ces différences, afin de choisir pour la *petite branche* un tube où les mêmes quantités de mercure, introduites successivement, occupent les mêmes longueurs. Le bouchon mobile servira à calibrer successivement des portions de longs tubes, qu'on aura cru propres à fournir celui qu'on cherche.

Si les deux tubes ſont cylindriques, la poſition du petit ſera indifférente. Mais s'il y a des inégalités ; ſi, par exemple, le diamètre du grand tube va en augmentant de bas en haut, il faut mettre en bas le côté du petit tube qui a le plus grand diamètre, & réciproquement.

Le tube de mon Baromètre approche beaucoup d'être cylindrique ; cependant je n'ai pas négligé ce moyen pour obtenir que les diamètres *correſpondans* dans les deux *branches*, fuſſent abſolument égaux. On peut ſe ſervir de la même méthode pour des Baromètres où il ne ſera pas beſoin de *robinet*, en ſoudant enſemble les deux tubes choiſis, & en faiſant la courbure au point convenable.

Uſage du Robinet.

Il faut tenir le Baromètre incliné, quand on ferme le robinet.

481. Quoique la deſcription ſeule du *robinet* indique ſon uſage, je dois dire un mot de la manière de s'en ſervir. On conçoit bien que, pour empêcher que le mercure ne balotte quand le *robinet* eſt fermé, il faut que le grand tube ſoit exactement rempli. Pour cet effet, il faut tenir le Baromètre incliné pendant qu'on le ferme. En tournant la *clef* du *robinet*, on doit ſe ſouvenir que ſa partie intérieure eſt de *liége*. Il ne faut donc jamais tourner cette pièce bruſquement ; mais toujours avec précaution, & en appuyant un peu, comme pour l'enfoncer. Lorſque je veux mettre le Baromètre en expérience, je le place d'abord ſolidement & à plomb, avant de libérer le mercure, pour prévenir les accidens qu'une inadvertence pourroit

occasionner. Je tourne ensuite fort lentement la *clef* du *robinet*, particulièrement sur les montagnes, afin que le mercure ne balance point en s'abaissant brusquement dans le grand tube: ce qu'il faut toujours éviter, par la raison que j'en ai donnée ci-devant (402). Et l'ouvrir lentement.

482. J'ai éprouvé que dans les Baromètres purgés d'air par le feu, le mercure peut s'approcher jusqu'à un tiers de pouce du sommet, sans qu'ils perdent de leur régularité. Ce n'est qu'à une plus grande proximité, qu'on apperçoit quelque changement : le mercure semble attiré vers le haut, & la colonne s'allonge. J'attribue ce phénomène à l'inclinaison des parois du tube, qui ont été réunies pour le sceller (378): il n'a pas lieu tant que le mercure reste dans la partie cylindrique. Il n'y a donc aucun inconvénient à laisser peu d'espace au-dessus de la plus grande hauteur où peut atteindre le mercure, comme je l'ai fait dans mon Baromètre (*Fig.* 3): & l'on y trouve au contraire deux avantages; l'un, de rendre la machine aussi courte qu'il est possible; l'autre, de diminuer l'espace que doit parcourir le mercure, lorsqu'on observe dans des lieux élevés: ce qui contribue à maintenir le Baromètre dans son premier état (403). Il faut donner peu d'étendue à la partie du tube qui doit être vuide d'air. Quand le mercure s'approche trop du sommet, il est soulevé.

Description de quelques autres parties du Baromètre.

483. On voit au haut du petit tube qui est joint au robinet, une machine d'ivoire en forme de cruche: elle est composée de deux pièces, Entonnoir à l'extrémité du petit tube.

dont l'une eſt collée au tube ; & l'autre, qui porte un petit goulot, ſert de couvercle, & s'emboîte ſur la première. Le point de jonction de ces deux pièces eſt marqué dans la *Figure* par un trait au niveau de la *tête* d'un petit bouchon d'ivoire qui pend à côté ; il ſert à fermer le trou du goulot. Voici l'uſage de cette pièce.

Il ſert lorſqu'on ôte & remet du mercure.

La dilatation du mercure par la chaleur, fait qu'il en ſort par le *robinet* ; il faut le remplacer. D'ailleurs, comme il eſt très-eſſentiel que la ſurface du mercure ſoit bien nette, pour qu'on puiſſe juger exactement de ſa hauteur, j'en mets toujours un peu de nouveau, lorſque je veux faire quelqu'obſervation. J'en porte donc dans une petite bouteille ; & au moment où je veux obſerver, j'en introduis dans le tube par le goulot de la pièce d'ivoire, au travers d'un entonnoir ou cornet de papier, dont je fais le trou fort petit, pour qu'il retienne les ſaletés du mercure. Quand le Baromètre eſt fermé, je ne laiſſe point de mercure au-deſſus du robinet ; parce qu'il ſaliroit le petit tube, dans l'agitation que lui occaſionne la marche. Ainſi je vuide l'excédent dans ma bouteille, par le goulot, en renverſant le Baromètre.

Broſſe pour nettoyer le petit tube.

484. Outre cette précaution néceſſaire pour maintenir propre le petit tube du Baromètre, il faut de tems en tems le nettoyer (386). Je me ſers pour cela d'une petite broſſe, qu'on voit repréſentée de groſſeur naturelle dans la *Fig.* 5 : quant à la longueur, on la proportionne à celle du tube. C'eſt un fil de fer, qui porte un morceau d'éponge fine, dans un pli ſerré fortement. Il faut que le fil de fer ſoit *recuit* en cet

it, pour qu'on puisse le presser suffisam-
, sans qu'il fasse ressort, ou qu'il se rompe.
e extrémité est courbée en forme d'an-
elle sert à faire tourner la brosse plus ai-
t. L'embouchure du tube doit être un
/âsée, ou recouverte par l'ivoire, afin
ponge y entre aisément, quoiqu'un peu
imée. Je fais aller & venir cette brosse
: tube, jusqu'à ce qu'elle soit chargée de
les saletés qui le tapissent. Elles entrent
:s pores de l'éponge, dont elles sortent,
secouant, après l'avoir retirée du tube.
: moyen, le mercure est toujours aussi
'extrémité de cette colonne, quoiqu'elle
unique avec l'air, qu'il l'est dans le vuide
t de la grande colonne.

r éviter l'embarras & le risque qu'il y au-
tirer le Baromètre de sa monture, lorf-
veux le nettoyer; j'ai fait une ouverture
:e pouces de longueur dans le fond de la
, au-dessus du petit tube; elle est fermée
'ordinaire par une porte *c*, *d*, qui tourne
ıx charnières. C'est sur cette porte qu'est
ı petit Thermomètre, dont je parlerai ci-
; elle est entr'ouverte dans la *Figure*.
e Thermomètre pour ouvrir entièrement
:e, lorsque je veux nettoyer le petit tube
:omètre; & quand elle est fermée, je la
; par un petit crochet appliqué en *e*, au
: la boîte.

Ouverture dans le fond de la boite qui se ferme par une petite porte.

Echelle du Baromètre.

Raison de la forme donnée à l'échelle du Baromètre.

485. Je viens à présent à la mesure de mon Baromètre. La construction de son échelle est fondée sur ce qu'il est toujours plus aisé d'additionner que de soustraire, & particulièrement lorsque les quantités sont accompagnées de fractions. J'ai d'abord marqué le long du grand tube, & avec la mesure dont j'ai parlé (396), l'espace de 27 pouces, compris entre le point marqué 20 dans le haut du tube, & celui qui correspond à 7 vers le bas. J'ai divisé cet espace en 27 parties qui sont des pouces; & j'ai tiré sur la 7me. en montant, une ligne horisontale qui est marquée *zéro*. C'est-à-dire que, si l'on étoit sur une montagne assez élevée, pour que le mercure remontât dans la *petite branche* jusqu'à ce point, la hauteur de la colonne soutenue par le poids de l'atmosphère, seroit indiquée simplement par les divisions qui sont au-dessus de la ligne *zéro*. Mais à mesure qu'on descend, & que le mercure, s'élevant dans la *grande branche*, s'abaisse dans la *petite*, il faut ajouter à la hauteur indiquée par l'extrémité supérieure de la colonne la quantité dont la partie inférieure s'est abaissée au-dessous de *zéro*.

Manière de l'employer.

Ainsi, la hauteur du Baromètre, ou la distance verticale des deux surfaces du mercure, se mesure depuis *zéro* en deux portions, dont l'une va en montant, dans la *grande branche*, & l'autre en descendant, dans la *petite*. C'est dans cet ordre que les chiffres sont placés. Par exemple : si l'on veut savoir

hauteur du mercure, telle qu'elle est représentée dans la *Figure* 3, il faudra dire :

Le mercure est dans la *grande branche*, à . . . . 20 *pouces*.

Il est dans la *petite*, à 7

Donc la hauteur totale est. . 27 *pouces*.

Il en est de même pour tous les nombres entiers & pour les fractions.

Il faut vérifier les observations.

486. Voici une attention qu'on doit avoir en observant les Baromètres de cette espèce. Il peut arriver qu'un robinet qui contient le mercure, quand il est fermé, en laisse échapper quelque peu, lorsqu'on l'ouvre sur les hautes montagnes ; parce qu'il s'élève alors dans la petite branche une longue colonne de mercure, dont le poids agit contre le robinet, & la colonne peut diminuer par là, dans l'intervalle de tems qu'on met à observer ses deux extrémités. Il convient donc de faire une seconde observation, après avoir noté la première. Si les deux observations se rapportent, c'est une preuve que tout est en règle. Il n'est pas inutile, même dans tous les cas, de vérifier la première observation ; c'est un moyen de prévenir les erreurs que l'inattention peut produire.

Subdivision des lignes en seizièmes.

Les parties de l'échelle, auprès desquelles le mercure se meut, sont divisées en *lignes* par des traits de couleur noire, & subdivisées en *quarts de ligne* avec de la couleur rouge. Ces *quarts de ligne* se subdivisent encore à la vue en *seizièmes* ; & par l'habitude que j'ai dans ces

observations, je puis saisir même jusqu'aux *trente-deuxièmes*. Il est inutile de pousser plus loin cette subdivision, parce que l'adhésion & le frottement du mercure dans les tuyaux ne lui permettent pas de suivre assez exactement l'impression du poids de l'atmosphère, pour qu'on puisse compter précisément sur le point où il se fixe. Toutes les méthodes dont on a fait usage pour augmenter la sensibilité du Baromètre simple, augmentent aussi l'effet de cette cause; & en même tems la difficulté de la construction: elles rendent encore le transport incommode, & introduisent presque nécessairement des erreurs dans l'observation; c'est ce que j'ai prouvé de chacune de ces méthodes en particulier, en les rapportant dans la première PARTIE (50).

L'adhésion du mercure au tube rend inutile une plus grande subdivision.

Moyen d'empêcher les effets nuisibles de la condensation du mercure dans le Baromètre fermé; & d'y remédier quand on n'a pu les prévenir.

487. La condensation du mercure dans un Baromètre sans réservoir, n'est pas assez considérable, pour qu'il y ait à craindre aucun dérangement, lorsqu'on le porte soi-même, ou qu'on peut avoir l'œil sur celui à qui on le confie: il suffit, lorsqu'on s'apperçoit que l'air devient sensiblement moins chaud, d'ouvrir & refermer le robinet de tems en tems, en redressant le Baromètre, pour faire passer dans le tube une partie du mercure qui reste dans le canal de la clef, & chasser hors du tube, par ce moyen, l'air qui pouvoit s'y être introduit.

Quoique le mercure se condense dans le Baromètre, l'air ne peut s'y introduire, quand on le porte avec précaution.

Mais si l'on avoit un long voyage à faire, ou si

Mais cet

l'on étoit obligé de confier le Baromètre à des gens peu soigneux, il faudroit y pourvoir plus sûrement. Voici le moyen que j'avois d'abord imaginé pour cela. Je le décris, parce que la *Fig.* 3, qui est gravée depuis plus de six ans, & sur un dessin plus ancien encore, exprime cette première idée. Inconvénient est à craindre, quand on est obligé de confier son Baromètre.

Je fais souder, par un émailleur habile, à côté de la courbure du Baromètre, & précisément au-dessous du robinet, vers *g*, (*Fig.* 3), un bout de tube du même verre ; mais d'un diamètre plus grand que celui du Baromètre. Ce tube communique dans l'intérieur du Baromètre, sans aucun repli ; il est coupé net à l'extérieur, & son bord est arrondi par la flamme d'une lampe. Moyen de le prévenir. Un petit tube ouvert soudé au grand, sous le robinet.

Je prends ensuite un morceau de la membrane dont j'ai déjà parlé (473) ; & pour lui donner la forme nécessaire, je me sers d'un cylindre de bois de la grosseur du tube, dont l'un des bouts est arrondi en demi-boule. J'humecte cette membrane pour la ramollir, & je l'applique sur la pièce de bois, en mettant le bout arrondi au milieu, & relevant les côtés contre la partie cylindrique. J'étends la membrane, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de plis sur la demi-boule ; je fais alors une forte ligature autour du cylindre, avec un fil dont les révolutions se touchent, & je laisse sécher le tout en cet état. J'ôte ensuite la ligature, & au moyen de quelques précautions, je sépare la membrane d'avec le bois, dont elle a pris la forme : elle ressemble assez, dans cet état, à un dé à coudre. L'ouverture de ce petit tube fermée par une vésicule.

Manière de l'appliquer.

Je prépare ensuite de la colle de poisson, bien liquide & sans bulles ; c'est-à-dire, sans la laisser trop échauffer (474). J'approche le tube du feu ; &, quand il est suffisamment chaud, je l'enduis légèrement de colle : j'en mets aussi une légère couche dans l'intérieur de la partie cylindrique de la membrane ; j'y fais entrer le bout du tube, & je la lie avec une forte soie garnie de colle, dont toutes les révolutions se touchent : cette membrane forme ainsi une espèce de vésicule au bout du tuyau. On la voit en *f* (*Fig.* 3).

Quand le Baromètre est rempli, le mercure repose sur la vésicule sans la pénétrer. J'ai un Baromètre fait depuis quinze ans, où elle est placée au-dessous du grand tube ; & quoiqu'elle porte immédiatement toute la colonne, ce Baromètre est en aussi bon état que le jour où il fut construit. Il est vrai que cette membrane n'a pas éprouvé l'action du ressort dont je vais parler.

Un ressort appuié contre la vésicule.

On voit au-dessous du Baromètre (*Fig.* 3) un ressort qui est en spirale à l'une de ses extrémités, afin que son mouvement soit plus doux. L'extrémité opposée porte une demi-boule de bois, dont le diamètre est égal à celui de l'intérieur du tube auquel la vésicule est appliquée. Ce ressort est placé dans un enfoncement de la boîte, pour qu'il soit à niveau du tube ; il doit être aussi long que la place peut le permettre, afin que son extrémité ne trace pas une courbe trop sensible : son pied est fixé par une vis, & par une petite cheville qui entre dans le bois pour l'empêcher de tourner. Voici l'usage de ces pièces.

Lorsqu'on

Lorsqu'on voudra fermer le robinet, on empêchera que le ressort n'appuie contre la membrane : c'est-là l'usage d'une petite cheville *h*. Ce poids du mercure fera étendre la membrane. On fermera alors le robinet ; on ôtera la cheville, & le ressort n'étant plus retenu, il appuiera contre la vésicule. Si le mercure se dilate, il sortira au travers des pores du *liége*, ou se glissera entre le liége & l'ivoire. S'il se condense, le ressort enfoncera la vésicule, & diminuera la capacité du tube ; en sorte que l'air ne pourra s'introduire, ni le mercure balotter. S'il se fait une nouvelle dilatation, le mercure repoussera la vésicule, & le ressort avec elle. Ainsi le tube sera toujours plein ; & la différence de volume du mercure se compensera par la convexité ou la concavité de la vésicule.

La différence de volume du mercure se compense par l'enfoncement ou la distension de la vésicule.

Le dégré de force du ressort est déterminé par son usage. On doit lui en donner assez, pour qu'il soit capable de soutenir la colonne entière du Baromètre, sans fléchir sensiblement. Mais il doit céder plus aisément que le *robinet*, à la dilatation du mercure. Le diamètre du petit tube, auquel la vésicule est appliquée, peut être plus ou moins grand, suivant l'usage auquel le Baromètre est destiné. Dans une promenade de quelques jours, il est rare d'éprouver des températures assez différentes, pour qu'un tube, dont le diamètre est d'un quart plus grand que celui du Baromètre, ne puisse suffire. Mais s'il s'agit d'un long voyage, il faut le prendre aussi grand que sa réunion avec l'autre tube peut le permettre.

Dégré de force du ressort.

Diamètre du petit tube.

488. Ce moyen de remédier aux effets de la

Cet expé-

dient ne doit être employé que par nécessité. dilatabilité du mercure, me paroît bon. Cependant comme il est un peu composé, je l'ai abandonné depuis long-tems. On y supplée, en portant le Baromètre renversé, comme je le dirai plus particuliérement dans la suite (500).

Moyen de faire rebouillir le mercure sans ôter le robinet. 489. Quelque précaution qu'on prenne dans un Baromètre portatif pour le préserver de l'introduction de l'air, tant d'accidens peuvent en faire passer dans le tube, qu'il est bon d'indiquer comment en pareil cas j'ai fait rebouillir le mercure dans celui dont je parle, sans nuire à son *robinet*.

Après avoir ôté la *petite branche* du Baromètre (477), j'ai mis sur le *robinet*, & jusqu'à la courbure du tube, une légère couche de coton sec, enveloppé d'un linge souple. Je couvris cette première enveloppe, d'autant de coton humide que je pus en mettre sans embarras; & je renfermai le tout dans un linge mouillé. Par ce moyen, je fis bouillir le mercure jusqu'à un pouce de distance du paquet, qui fuma beaucoup, dont les bords se brûlèrent même sans que le robinet souffrit en aucune façon.

Des Thermomètres qui accompagnent le Baromètre portatif.

Thermomètre qui doit être joint au Baromètre. 490. L'un des Thermomètres représentés dans la *Fig. 3*, est destiné à corriger les effets de la chaleur sur le Baromètre. Il est enchâssé en *k*, auprès du grand tube du Baromètre, à-peu-près au milieu de la longueur de celui-ci. Le diamètre de la boule de ce Thermomètre ne

doit pas excéder de beaucoup celui du tube du Baromètre, afin que ces deux instrumens soient également prompts à se conserver aux changemens de température. Cette boule doit être à moitié enchâssée dans le bois, afin qu'elle participe, comme le Baromètre, à la chaleur du fond de la boîte. J'ai fait ce Thermomètre de mercure, tant par les raisons que j'ai indiquées, en traitant des Thermomètres, que pour rendre sa marche plus exactement proportionnelle aux variations du Baromètre, occasionnées par celles de la chaleur. J'ai mis aux côtés du tube les divisions dont on fait le plus d'usage, savoir : celle qu'on nomme *de M. de Reaumur*, & celle de *Fahrenheit* : la mienne n'a besoin d'aucune place extérieure, comme on le va voir.

Cette échelle est faite dans son origine, par *la division en 96 parties, de l'intervalle compris entre les deux termes fixes du Thermomètre* (365): elle est fondée sur ce qu'il n'y a point de fraction plus commode pour exprimer exactement la hauteur du mercure dans le Baromètre, que des *seizièmes* de *ligne*; & que lorsque le Baromètre est à 27 *pouces*, une variation d'un *dégré* de cette échelle dans le Thermomètre, correspond à une variation semblable d'$\frac{1}{16}$ de *ligne* dans le Baromètre : ce qui rend très-commodes les corrections à faire sur l'indication de ce dernier, pour les variations de la chaleur. Fondement de son échelle.

Quand la hauteur du mercure change sensiblement dans le Baromètre, il n'y a plus le même rapport entre les variations produites par la chaleur dans ces deux instrumens; il La grandeur de ses dégrés doit augmenter à mesure que la hauteur

du mercure diminuedans le Baromètre.

faut diminuer la correction sur le Baromètre, proportionnellement à la diminution de sa hauteur, & réciproquement (374). On peut le faire par le calcul, sans changer l'échelle du Thermomètre, lorsqu'on n'a que peu d'observations. Mais pour des observations nombreuses, il vaut mieux modifier l'échelle du Thermomètre, c'est-à-dire, changer ses *dégrés* en raison inverse de la hauteur du Baromètre; afin qu'ils indiquent toujours immédiatement des 16mes. de *lignes* à corriger sur cette hauteur.

Cette augmentation est proportionnelleaux ordonnées d'un triangle dont les abscisses croissent en raison inverse des hauteurs du mercure dans le Baromètre.

491. Ce changement des dégrés du Thermomètre peut être représenté par des *ordonnées* d'un triangle, dont les *abscisses* croîtroient en raison inverse des hauteurs du Baromètre. Car les *ordonnées* correspondantes à chaque *abscisse*, étant divisées en un nombre égal de parties, seroient alors autant d'échelles pour le Thermomètre, qui serviroient pour des hauteurs proprotionnelles du Baromètre; je rendrai mon idée plus sensible en expliquant la *Fig.* II. de la *Planche* III. (*a*).

Construction d'une échelle changeante, fondée sur ce principe.

J'ai tiré d'abord une ligne droite *i*, *k*, sur laquelle j'ai posé la distance des fils, qui indiquent sur mon Thermomètre *l'eau dans la glace* & *l'eau bouillante* : cette ligne est en partie ponctuée dans la *Figure*. J'ai divisé en 96 *dégrés* égaux, l'espace compris entre ces deux *termes fixes*; & par le 12me. en montant, qui

(*a*) La *Fig.* 1 de cette *Planche* appartient à la *pag.* 155 du premier volume. Lorsque je fis graver ces deux *Figures* sur une même *Planche*, je ne prévoyois pas que mon Ouvrage auroit deux volumes; je lignorois même, lorsqu'on imprimoit, il y a cinq à six ans, cette *page* 155.

est le *zéro* de mon Thermomètre (373); j'ai tiré une autre ligne o, o, qui coupe la première à angles droits.

Pour mesurer les *ordonnées* & les *abscisses*, je me suis servi d'une échelle d'environ demi-pied divisée en 1000 parties. J'indique cette dimension ; parce qu'elle convient à l'usage auquel la division est destinée ; & parce que les *échelles de mille parties* des *étuis d'instrumens*, sont à peu près de cette grandeur.

Comme il seroit trop embarrassant de construire tout le triangle, je retranche une quantité constante de toutes les *abscisses*, en procédant de cette manière : Je prends pour l'extrêmité de l'*abscisse fondamentale*, qui doit déterminer l'*échelle* du Thermomètre, lorsque le Baromètre est à 27 pouces, l'interfection des deux lignes dont j'ai parlé ci-dessus, dont l'une *i*, *k*, est la division fondamentale du Thermomètre, & l'autre o, o, coupe la première à angles droits au point *zéro* de cette division. J'estime cette *abscisse* 1800 parties de mon échelle, & je donne pour longueur à son *ordonnée*, la plus grande hauteur probable du Thermomètre pendant les observations que je suppose 25d. au-dessus de *zéro*. Ce point est correspondant à 30l. $\frac{1}{6}$ sur l'*échelle divisée en 80 parties*. Voilà donc l'*abscisse* & l'*ordonnée* qui, dans la construction de l'*échelle* du Thermomètre, appartiennent à la hauteur de 27 *pouces* du Baromètre. Cette *ordonnée*, étant divisée en 25 parties égales, comme elle l'est naturellement, puisqu'elle coïncide avec la division fondamentale, doit servir d'*échelle* au Thermo-

mètre, quand le Baromètre eſt à 27 pouces ; & ſes parties repréſentent des *ſeizièmes* de *ligne* dans les corrections à faire ſur le Baromètre pour les effets de la chaleur.

La plus longue *abſciſſe* eſt déterminée par le plus grand abbaiſſement probable du Baromètre. Je ſuppoſe donc qu'on ait occaſion de l'obſerver à 18 *pouces*. Suivant le principe que j'ai poſé ci-deſſus, l'*abſciſſe* correſpondante à cette hauteur du Baromètre, doit être, relativement à celle de 27 *pouces*, en raiſon inverſe de ces deux hauteurs. Or, 18 : 27 : : 1800 : 2700 ; ainſi la plus grande *abſciſſe*, qui eſt correſpondante à la hauteur de 18 pouces, doit avoir 2700 *parties* de mon échelle, & ſa différence avec l'*abſciſſe* de 27 *pouces*, eſt 900 *parties*. Je poſe donc 900 *parties* ſur la ligne o, o, en partant de la ligne *i*, *k*. Ces deux *abſciſſes* étant entr'elles comme 2 à 3, leurs ordonnées doivent être dans le même rapport. Ainſi j'élève à l'extrémité de ſon *abſciſſe*, l'*ordonnée* qui doit correſpondre à la hauteur de 18 pouces dans le Baromètre ; c'eſt la ligne o, a, qui eſt à l'*ordonnée o*, 25, comme 3 eſt à 2. Cette *ordonnée* o, a, étant diviſée en 25 *degrés*, comme la première, ſervira d'*échelle* au Thermomètre, quand le Baromètre ſera à 18 pouces, & ſes *dégrés* répréſenteront des *ſeizièmes* de *ligne* ſur le Baromètre.

Comme les variations du mercure dans le Thermomètre ont toujours la même étendue, il ſuffit de prendre ſur l'*ordonnée* de 18 pouces, une étendue égale à l'*ordonnée* de 27 pouces. Je le fais en tirant une ligne droite d'un de ces

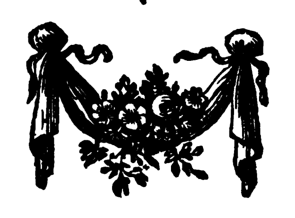
points à l'autre, & je forme ainsi le parallelogramme o, 18, 27, o.

Je détermine ensuite les *abscisses* intermédiaires; par cette anologie: *La hauteur du Baromètre correspondante à l'*abscisse *que je cherche, est à la hauteur de* 27 pouces, *comme l'*abscisse *correspondante à* 27 pouces (1800), *est à l'*abscisse *que je cherche.* Ainsi, par exemple, 18 ½: 27:: 1800: 2627. L'*abscisse* correspondante à 18 *p.* ½ dans le Baromètre, est donc 2627, dont je retranche 1800, qui est l'*abscisse* de 27 pouces, & je porte l'excédent 827, sur la ligne des *abscisses*, à l'extrémité de l'*abscisse* de 27 *pouces.* Le point où atteignent ces 827 *parties*, termine l'*abscisse* de 18 *p.* ½, plus courte de 73 *parties*, que l'*abscisse* de 18 *pouces*. Je cherche par la même voie la longueur des *abscisses* de toutes les hauteurs intermédiaires du Baromètre, de demi-*pouce* en demi-*pouce*; & je trouve successivement les nombres 2558, 2492, 2430, 2331, &c. pour les *abscisses* totales. Je soustrais de chacune 1800, ou l'*abscisse* de 27 pouces; &, partant toujours du point qui termine cette dernière *abscisse*, je porte sur la ligne o, o, les excédens 758, 692, 630, 751, &c. dont les différences sont 66, 62, 59, &c. comme je les ai indiquées dans la *Figure.* Je réduis aux nombres entiers les plus prochains, les nombres fractionnés qui se rencontrent dans la suite des *abscisses*; de manière que la somme de toutes les différences des *abscisses*, entre celle de 18 *pouces* & celle de 27 *pouces*, soit 900, qui est la différence totale. Après quoi je prolonge sur la gauche la ligne o, o, pour

mettre à la suite des nombres précédens, différences d'*abscisses* 33, 32, 31, 30, portent ma division jusqu'à la hauteur de *pouces*, où le Baromètre peut se tenir au b de la mer.

Table des abscisses du Baromètre.

492 Je joins ici une table des *abscisses* tières, des *abscisses* réduites, & de leurs férences, pour épargner ces calculs à ceux voudroient construire une échelle semblabe



Hauteurs du mer. dans le Baromèt.	*Abscisses* totales.	*Absciss.* réduit. par la soustr. de 1800.	Différences.
18 *pouces*	— 2700 *parties*	+ 900 *parties.*	
18 ½	2627	827	73
19	2558	758	69
19 ½	2492	692	66
20	2430	630	62
20 ½	2371	571	59
21	2314	514	57
21 ½	2260	460	54
22	2209	409	51
22 ½	2160	360	49
23	2113	313	47
23 ½	2068	268	45
24	2025	225	43
24 ½	1984	184	41
25	1944	144	40
25 ½	1906	106	38
26	1869	69	37
26 ½	1834	34	35
27	1800	0	34
			— 900
27 ½	1767	— 33	33
28	1735	65	32
28 ½	1704	96	31
29	1674	126	30

Après avoir déterminé toutes les extrémités des *abſciſſes*, j'élève les *ordonnées* qui doivent leur correſpondre ; ſavoir 29, 28 ½, 28 &c. juſqu'à la dernière, 18, en les terminant à la ligne ſupérieure du parallelograme o, 29, 18, o : & par les points qui diviſent en 25 *parties* les *ordonnées* entières o, 25 & o a, je tire des lignes dont l'obliquité augmente, relativement à la ligne o, o, à meſure que les *dégrés* s'éloignent de ce point fixe ; ces lignes tendent toutes au ſommet du triangle. Par ce moyen, chaque *ordonnée* devient une *échelle* pour le Thermomètre, qui convient à la *hauteur* du Baromètre, dont l'*ordonnée* porte l'indication.

Prolongement de l'échelle au-deſſous du *zéro* du Thermomètre.

Voilà tous les élémens de cette *échelle* : il ne s'agit plus que de la completter pour les *dégrés* au-deſſous de *zéro*. Je prends pour terme inférieur le 50me. dégré, qui correſpond à 31 d. ⅗ de l'*échelle diviſée en 80 parties*. On peut éprouver cette température dans le Nord. Je prolonge l'*ordonnée* de 27 *pouces*, du double de ſa longueur, au-deſſous de la ligne, o, o ; parce que cette *ordonnée* ne contient que 25d. J'en fais autant pour celle de 18 pouces, qui eſt o, a ; & ſon prolongement devient o, b. Je conſtruis le parallelogramme inférieur o, 50, c, o ; & je prolonge toutes les *ordonnées* ſupérieures, juſqu'à la ligne horiſontale inférieure. Je diviſe en 50 parties le double de l'*ordonnée* correſpondante à 27 *pouces* ; & comme cette ligne n'eſt qu'un prolongement de l'échelle principale, ces parties en ſont des *dégrés*. Je diviſe la ligne o, b, en 50 parties ; & par les points de ces deux diviſions, je tire des lignes

dont l'obliquité augmente, comme celles des lignes du triangle supérieur, qui forment les *dégrés* au-dessus de *zéro*. Pour conduire l'œil pls aisément, du point observé sur une *ordonnée*, aux chiffres qui ne sont que sur l'*échelle* fondamentale, je fais les lignes obliques plus grosses de 5 en 5 dégrés.

Chaque ordonnée est une échelle pour le Thermom. quand le Baromètre est à la hauteur représentée par l'abscisse correspondante.

Maintenant, si par tous les dégrés de la division fondamentale, on tiroit des lignes paralleles à la ligne o, o, on pourroit, en les comparant aux lignes obliques, réduire très-aisément les dégrés observés sur le Thermomètre, à d'autres dégrés qui exprimeroient des 16nes. de ligne sur le Baromètre, pour toutes les hauteurs du mercure indiquées dans cette division. J'ai tiré une de ces lignes paralleles à o, o, sur le 12me. dégré en descendant, qui est l'*eau dans la glace*; elle servira d'exemple. Je suppose que le Baromètre est à 27 *pouces*, & le Thermomètre à 12d. au-dessous de o; on doit en ce cas ajouter $\frac{12}{16}$ de ligne à la hauteur du Baromètre: mais si celui-ci n'étoit qu'à 18 *pouces*, il faudroit suivre la ligne *horisontale* qui part du 12me. dégré du Thermomètre, jusqu'à sa rencontre avec l'*ordonnée* qui correspond à la hauteur de 18 *pouces*; & leur intersection se faisant sur la huitième partie au-dessous de o, on n'ajouteroit que $\frac{8}{16}$ de ligne à la hauteur du Baromètre. Il en seroit de même pour toutes les hauteurs intermédiaires du mercure, à cette température & à toute autre, s'il y avoit des lignes tirées par tous les dégrés de la division fondamentale, parallelement à la ligne o, o. Ce fut-là ma première idée: elle

épargnoit un calcul. Mais j'ai porté plus loin l'avantage de cette méthode, en trouvant un moyen commode de présenter au Thermomètre celle des *ordonnées* qui correspond à la hauteur observée du Baromètre.

Mécanisme propre à appliquer ces échelles au Therm.

493. J'ai d'abord tracé la division sur du vélin, telle qu'on la voit dans la *Figure*. Les traits extérieurs d, e, f, g, représentent la grandeur à laquelle j'ai réduit le vélin, après que la division a été tracée. J'ai fixé le côté d, g, à un rouleau de bois creux, dans l'intérieur duquel est un ressort de fil d'acier, enveloppé sur un axe de léton. Deux bouchons de bois, percés & mis aux deux extrêmités du rouleau, servent à maintenir l'axe au centre de la machine. Un des bouts du fil d'acier, qui forme le ressort, est fixé à l'un de ces bouchons, & l'autre bout à l'axe, qui doit être immobile. Le vélin étant roulé sur le cylindre de bois, tandis que le ressort n'est que peu bandé ; si on le tire, il fait tourner le cylindre, & le ressort se bande : si on le lâche ensuite, le ressort entraîne le rouleau en sens contraire, & la division s'enveloppe de nouveau. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce mécanisme ; il ressemble en tout à celui des *stores*. On apperçoit cette machine mise à sa place, dans la *Figure* 3, *Planche II*. Le fond de la boîte est creusé sous le tube du Thermomètre : l'entrée de cette cavité est du côté de la petite porte dont j'ai parlé ci-devant (484). C'est dans cette espèce de niche intérieure que j'ai placé le rouleau ; on le voit en partie de *i* à *l*, dans la *Figure*, parce que la petite porte est entr'ouverte.

J'ai fait sortir l'*echelle* par une fente fort étroite, précisément auprès du tube ; & , soit pour la tirer sans qu'elle se froisse, soit pour l'empêcher de rentrer entièrement dans la fente, j'ai enveloppé & collé à son bord extérieur une petite verge de léton *m*, *n*, à laquelle sont attachés trois cordons de soie noués ensemble, qui servent à la tirer. J'ai représenté la division sortant un peu de la fente, & ses cordons retenus par une épingle sur le côté de la boîte. On voit que tout est tendu par l'action du ressort qui tire du dedans.

494. Il est aisé maintenant de voir comment je puis faire correspondre au tube l'*échelle* particulière qui convient à chaque hauteur du mercure dans le Baromètre. Si je me trouve sur une montagne où le mercure se soutient à 20 pouces, je fais sortir la division jusqu'à ce que le tube du Thermomètre corresponde à la colonne marquée 20, *Fig.* 2, *Planche III* ; si les *dégrés* qu'il indique sur cette colonne sont au-dessus de o, ils représentent des 16mes. de ligne à déduire de la hauteur observée sur le Baromètre : & si les *dégrés* sont au-dessous du même point ; ce sont des 16mes. de *ligne* qu'il faut ajouter à cette hauteur. Exemple.

Il faut que le *rouleau* soit bien cylindrique, pour que l'*échelle* entre & sorte perpendiculairement au fond de la boîte. La ligne ponctuée de l'*eau dans la glace*, sert de guide pour tirer l'*échelle* dans cette direction. Cette ligne doit toujours se trouver vis-à-vis du fil qui marque la température de l'*eau dans la glace*, ou de *la glace qui fond*, sur le tube du Thermomètre.

Comme le *rouleau* dépasse un peu du côté de la petite porte, je l'ai creusé en cet endroit, pour qu'elle puisse se fermer entièrement : cet enfoncement est tracé de grandeur naturelle en *a*, *b*, *Pl. IV. Fig.* 3.

Autre Thermom. dont la construction & l'usage seront indiqués dans la suite.

495. On voit dans la *Fig.* 3 de la *Planche II* un autre Thermomètre, posé sur la petite porte *c*, *d*, auprès de celui que je viens de décrire. Mais comme sa construction découle de l'usage auquel je l'emploie, je n'en ferai mention que lorsque j'y serai conduit par mon sujet. (537).

*Description de l'*à-plomb.

Le *plomb*.

496. L'*à-plomb*, qui est au-dessus du petit Thermomètre dont je viens de parler, est la dernière pièce de la *Fig.* 3 qui me reste à décrire. Le *plomb* est composé de trois pièces : la principale est de léton, tournée en forme de poire, & percée dans sa longueur. A l'extrémité inférieure de ce trou est une pointe d'acier ; & au-dessus, un petit bouchon de léton percé, où la soie qui tient le *plomb* suspendu, passe juste. Il faut que ce *plomb* soit tourné sur le trou de son bouchon, & sur sa pointe, afin que celle-ci ne se jette pas hors de la ligne verticale.

Sa niche.

La niche où pend ce *plomb* est garantie du vent, par une porte vitrée, qui se ferme au moyen d'un ressort de léton, posé sur le côté de la boîte. La porte, en passant, fait reculer ce ressort qui retourne ensuite, & l'empêche de s'ouvrir. Un autre ressort, placé horisonta-

lement au haut de la niche, & que la porte comprime en se fermant, la repousse quand on presse célui qui est à côté. Par ce moyen la porte s'ouvre & se ferme très-aisément.

Sa suspension.

La soie qui tient le *plomb* suspendu, passe par une rainure qui s'étend depuis le haut de la boîte jusqu'à la *niche*. Cette rainure est recouverte par une pièce de bois, & par le papier; elle a été faite, d'un bout à l'autre de la planche, parallelement au grand tube du Baromètre; elle sert en bas à recevoir le petit tube. C'est une portion de cette même rainure qui est au-dessous de la *niche*; j'y ai placé une pièce de léton courbée à angle droit, dont un côté est fixé au fond de la rainure par une vis, & l'autre côté, qui ferme le bas de la *niche*, porte une pointe d'acier qui correspond à celle du *plomb*.

On voit une petite ouverture quarrée au haut du canal dans lequel passe la soie. J'ai placé dans cette ouverture une pièce de léton courbée, semblable à la précédente : un de ses côtés est fixé au fond de l'ouverture par une vis, & l'autre, percé d'un petit trou, ferme l'entrée du canal, & détermine le point de suspension du *plomb*.

Moyen de le hausser & de l'abbaisser.

La cheville qu'on voit au-dessus de l'ouverture quarrée, traverse une petite pièce de bois qui couvre le prolongement du canal, & son extrémité intérieure entre dans le fond de la boîte. C'est à cette cheville que la soie est attachée : son usage est d'empêcher le ballottement du plomb, quand on transporte le Baromètre; on soulève le plomb en tournant la cheville; & comme il est trop gros pour passer

dans le canal, il s'arrête à l'entrée : on le fait abbaiſſer en tournant la cheville en ſens contraire.

La pointe d'acier qui eſt au bas de la niche, & le trou dans lequel paſſe la ſoie au haut du canal, ſont à la même diſtance du grand tube du Baromètre, & également enfoncés. Ainſi, quand la pointe du *plomb* correſpond à celle qui eſt au bas de la *niche*, comme je l'ai repréſenté dans la figure, on eſt aſſuré que le tube du Baromètre eſt placé verticalement.

Pièce deſtinée à arrêter ſes oſcillations.

497. Lorſqu'on met le Baromètre en expérience, on agite néceſſairement le *plomb* ; & il demeureroit long-tems à ſe fixer, s'il étoit abandonné à lui-même. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai fait paſſer au travers de la plaque de léton qui eſt au bas de la niche, à côté de la pointe, un fil de léton contourné comme on le voit dans la *Figure*. Il eſt retenu dans l'épaiſſeur de la *plaque*, par une goupille qui le traverſe, & ſur laquelle il ſe balance librement. Ce fil de léton porte à ſon extrémité inférieure une petite poire du même métal, & ſon bout ſupérieur tient, par une fente, un morceau de carte courbé en forme de cuillier. La *petite porte* ſur laquelle eſt poſé un Thermomètre, eſt entaillée dans le haut, en *c*, pour laiſſer le jeu néceſſaire à cette machine.

Manière de s'en ſervir.

Quand on veut arrêter les oſcillations du *plomb*, on pouſſe avec le doigt la petite poire de léton du côté du Baromètre, dans une cavité latérale que je n'ai pu repréſenter : la portion ſupérieure de la branche de léton ſe meut par ce moyen en ſens contraire ; la *carte* entraîne le

plomb,

plomb, & le fait appuyer contre le côté de la *niche*. Retirant alors doucement le doigt, le poids de la *poire* fait rétrograder la *carte* ; & le *plomb* qui la suit, s'arrête immobile lorsqu'il pend verticalement.

Cette méthode, qui abrège beaucoup les expériences, peut être employée utilement dans tous les cas semblables à celui-ci ; c'est-à-dire, lorsque le *plomb* est enfermé, pour le garantir de l'agitation de l'air ; & qu'on ne peut arrêter ses oscillations, en le faisant tremper dans l'eau.

Cette méthode peut être utile en divers cas.

Précautions nécessaires dans l'usage de ce Baromètre.

498. Par toutes les précautions que j'ai indiquées, mon Baromètre est aussi peu sujet à se déranger, qu'aucune autre machine un peu compliquée. Mais il est peu de ces machines qui ne souffrent par les inattentions & les maladresses. Une montre, destinée à servir au premier venu, & construite pour cela, devient une rente assurée pour l'Horloger, entre les mains d'un homme mal-adroit. Or un Baromètre portatif est naturellement plus facile à se déranger qu'une montre, & il y a moins de gens capables de le remettre en bon état, qu'il n'y a d'Horlogers.

Le Baromètre à Robinet est peu sujet à se déranger.

Cependant il demande de l'attention & quelqu'adresse dans l'usage.

Ce Baromètre est encore semblable à la plupart des machines, en ce qu'il ne suffit pas, pour s'en servir aisément & sans risque de le déranger, d'avoir quelqu'adresse & d'être attentif ; mais qu'il est absolument nécessaire

Il faut aussi le bien connoître pour s'en servir convenablement.

de s'être familiarisé avec sa construction & ses usages, & de connoître parfaitement les risques qu'il peut courir. Cette habitude est sur-tout indispensable, pour empêcher l'introduction de l'air dans la grand tube du Baromètre. Si, par quelqu'accident, une bulle d'air étoit prête à s'y glisser, on doit pouvoir arrêter son mouvement, & la faire rétrograder, presque sans y réfléchir, & par une action aussi sûre & aussi prompte, que celle d'un joueur de paume qui juge & renvoie la balle. Je ne puis conseiller autre chose à cet égard, que de contracter une semblable habitude, & d'être attentif. Mais je vais indiquer les moyens d'éviter, pendant lé tems du transport, la nécessité d'une attention trop soutenue.

Il peut être droit dans le transport.

499. Dans tout le cours de mes observations à la montagne de *Salève*, dont je parlerai bientôt, j'ai porté mon Baromètre en manière de carquois, & dans sa position naturelle, c'est-à-dire, le sommet du Baromètre placé en haut: le *robinet* a toujours été suffisant pour contenir le mercure; seulement, dans quelques occasions où il éprouvoit de fréquentes & fortes secousses, comme dans les descentes rapides & pierreuses, il s'échappoit un peu de mercure: cependant il n'en sortoit jamais assez pour qu'il y eût quelque chose à craindre; parce qu'étant d'abord averti par les oscillations du mercure qui frappoit contre le sommet du tube, j'y portois remède en ouvrant & refermant le *robinet*, tandis que le Baromètre étoit incliné; le canal de sa *clef* contenoit toujours assez de mercure pour suppléer à ces petites pertes.

J'avois souvent porté ce Baromètre à cheval; le pas ne l'altéroit point: le trot & le galop n'exigeoient que la même attention, dont je viens de parler au sujet des descentes rapides & pierreuses: mais ayant voulu le faire voyager en chaise, & le tenir dans la même situation, il ne put soutenir les secousses produites par les mauvais chemins. Il fallut donc songer à quelqu'expédient.

500. J'avois toujours craint de porter le Baromètre renversé, de peur que les Thermomètres qui l'accompagnent, ne se dérangeassent dans les secousses. Je l'essayai alors; & je reconnus que mes craintes n'étoient pas fondées. Un Thermomètre de mercure, bien fait, ne risque point de se déranger dans quelque situation qu'il soit. S'il est renversé, le mercure s'écoule le long du tube; il se fait un petit vuide dans la boule; &, quelque secousse qu'il éprouve dans cette situation, il revient à son premier état quand on le redresse.

Cependant il vaut mieux le porter renversé.

Il n'y a donc rien à craindre pour les Thermomètres en les portant renversés; & cette situation renferme de grands avantages pour le Baromètre. D'abord il n'y a plus que la petite colonne, comprise entre la courbure du tube & le *robinet* (*Fig.* 3), qui pèse sur celui-ci: & par conséquent l'effort du mercure pour sortir, est beaucoup moindre. Outre cela, quand, par un cas imprévu, cette portion du tube se vuideroit totalement, il n'en résulteroit aucun mal pour le Baromètre; moyennant qu'on fît attention de le remplir, sans laisser entrer de

l'air dans le grand tube; & on le fait très-aisément.

Il est donc plus sûr de porter le Baromètre renversé ; & cette situation a l'avantage d'exiger beaucoup moins d'attention pendant qu'on le transporte : c'est pourquoi je l'ai entièrement adoptée.

Manière de le suspendre quand on le porte ;

501. J'ai mis une courroie derrière la boîte du Baromètre : une de ses extrêmités est fixée dans le haut par des vis, & l'autre de la même manière vers le bas ; on peut l'allonger & l'accourcir par le moyen d'une boucle. Cette courroie

A pied ;

sert à porter l'instrument, quand on est à pied ; on y passe un bras & la tête, & l'instrument renversé pend sur le dos à la manière d'un carquois. Il faut cependant faire attention que, quand on s'approche du lieu où l'on se propose d'observer, celui qui porte le Baromètre doit le tenir à la main, suspendu par la courroie, pour l'éloigner de la chaleur de son corps (368).

A cheval.

Quoiqu'on puisse porter ce Baromètre à cheval de la même manière qu'à pied, si l'on avoit à faire une route un peu longue, il seroit plus commode de faire ajuster à la selle un support à-peu-près semblable au *porte-crosse* des Dragons, pour porter le Baromètre, comme ils portent leur fusil.

Dans un long voyage, il faut mettre cet instrument à l'abri des chocs & de la pluie : c'est à quoi doit servir le fourreau dont je vais parler.

Fourreau pour le garantir des

J'ai pris une petite couverture de laine épaisse & moëlleuse, qui fait plusieurs tours

autour de la boîte de mon Baromètre ; & comme elle est plus longue, j'ai employé l'excédent à former un coussinet de quatre à cinq pouces d'épaisseur, au bas du fourreau ; & j'ai couvert le tout d'une toile cirée fort souple. La courroie étant alors inutile à la boîte du Baromètre, je l'ôte pour la mettre au fourreau où elle devient nécessaire.

chocs & du cahotage des voitures.

502. Dans tous les cas dont je viens de faire mention, le Baromètre, étant renversé, n'exige aucun autre soin que de le tenir toujours dans cette même situation : mais il faut être scrupuleux sur cet article, & ne le placer jamais en aucun endroit, quoique pour être en repos, sans faire attention que son sommet soit plus abbaissé que la partie opposée, jusqu'à ce qu'on ait vu l'effet que peuvent avoir produit les secousses, ou la diminution de la chaleur. S'il en étoit sorti du mercure, ou s'il s'étoit condensé, on risqueroit, en couchant le Baromètre dans une situation différente, de faire passer dans la grande branche, l'air qui auroit pris la place du mercure. Par la même raison, il ne faut jamais redresser le Baromètre sans l'avoir examiné. S'il s'y est introduit de l'air, on le verra rassemblé dans la courbure du tube, & il sera facile de le faire retrograder & sortir (487). Il est rare qu'on ait besoin de faire cette opération, ce qui rassûre un peu contre les inadvertences. Mais quand on y seroit obligé chaque fois quon redresse le Baromètre, elle est si simple & si prompte, qu'on ne peut la regarder comme un inconvénient. Par ce moyen j'ai fait plusieurs voyages avec

Il ne faut jamais le redresser sans s'assurer qu'il n'est point entré d'air dans la petite branche ou le faire sortir s'il en est entré.

mon Baromètre, sans qu'il lui soit arrivé le moindre dérangement.

Trépied pour placer commodement le Baromètre, en quelque lieu qu'on veuille l'observer.

Nécessité d'un moyen pour placer le Baromètre.

503. J'ai fait voir ci-devant que, pour observer le Baromètre avec exactitude, lorsqu'on le porte à la campagne, il falloit nécessairement s'aider de quelque moyen de le placer par-tout, solidement, & dans la position où il doit être (406). Ayant reconnu cette nécessité par l'expérience, je fis d'abord usage du *pied* d'un Graphomètre, composé de trois branches comme à l'ordinaire. Je le trouvai très-utile pour soutenir mon instrument; mais fort incommode par son volume. On sait que les trois branches de ces *pieds* sont réunies par une pièce de bois triangulaire; & que chaque branche s'applique sur une des faces de cette pièce, par le moyen d'une vis. Dans cette construction, il y a toujours entre les branches réunies, une pyramide triangulaire vuide; ce qui augmente le volume du *pied*, & fait que la main se fatigue quand il faut le porter long-tems. Ce défaut étoit d'autant plus considérable pour moi, que j'avois un grand plan d'observations, & un besoin très-grand par cela même d'applanir les difficultés, autant qu'il m'étoit possible. Ce besoin me fit imaginer un *pied* dont les trois branches, ne laissant aucun vuide entr'elles, forment un bâton commode. C'est celui que je vais décrire.

Défaut des trépieds ordinaires pour cet usage.

Description

504. La *Figure* Ire. de la *Planche* IV repré-

sente le haut de ce *pied*, réduit sur la même échelle que la *Figure* de la *Planche* II ; c'est-à-dire, à 4 lignes pour un pouce. Ses branches, qui sont représentées comme rompues en *a*, *b*, *c*, ont 3 pieds 3 pouces de longueur : je les ai faites de jeune noyer, dont les fibres sont droites & fermes. On peut aussi employer le frêne à cet usage. Ces branches ont chacune à leur extrémité une pointe de fer, d'environ un pouce de longueur, qui se plante dans le terrein, s'il le permet, ou qui du moins empêche que la branche ne puisse s'écarter.

d'un *trépied* qui lui est propre.

Ce qu'il y a de plus essentiel à décrire dans cette machine, c'est sa charnière ; on la voit démontée & de grandeur naturelle dans la *Figure* 2. La coupe horisontale de chaque branche est un secteur de 120° ; elles forment ainsi par leur réunion une tige solide (*a*). Pour augmenter la force de la charnière, j'ai laissé au haut de chaque branche, une espèce de console, qui est saillante hors de la rondeur du bâton.

Principalement de sa charnière.

La pièce qui réunit les trois branches, est de cornouiller, bois dur & solide; on la voit en entier dans la *Figure* I[re]., & seulement par sa bâse dans la *Figure* 2, dont il s'agit ici. Cette bâse a trois côtés *a*, *b*, *c*; & trois angles ren-

(*a*) Je m'étonnois qu'on n'eût pas eu cette idée, pour diminuer le volume des *pieds* d'instrumens. Mais j'en ai vu un depuis peu, fait à Londres, qui est semblable au mien, à l'exception des charnières, qui sont de laiton.

trans, dont deux sont découverts en *d*, *e*, & le troisièmen est couvert e *f*, comme je le dirai ci-après. Chacun des côtés sert à une charnière: ils sont fendus dans le milieu, & percés, suivant leur longueur, & par le centre de l'arrondissement, d'un trou qui reçoit la goupille de la charnière.

Les trois branches sont échancrées dans le haut, de manière que leur assemblage forme une cavité, dans laquelle s'applique exactement la pièce qui doit les réunir. Du milieu de l'échancrure de chaque branche, s'élève une plaque de laiton arrondie & percée d'un trou. Ces plaques, enchâssées dans le bois, comme on le voit dans les *Figures* Ière & 2de, y sont arrêtées par deux goupilles de laiton, qui traversent la pièce de bois, l'une en-dedans, & l'autre en-dehors. C'est au moyen de ces plaques que les branches sont réunies par le haut: elles entrent chacune dans une des fentes du *triangle*, & sont retenues par les goupilles; en sorte que le haut de chaque branche embrasse un des côtés arrondis du triangle, & forme avec lui une charnière. On conçoit (*Fig.* 2) que, si l'on redressoit la pièce qui est penchée, elle viendroit occuper la cavité que forment les branches réunies; & que chaque plaque entreroit dans une fente qui lui correspond. On voit les branches écartées dans la *Fig.* Ire: un des angles rentrans est en face; il présente les bouts des goupilles de deux charnières; chacun des deux autres angles est semblable à celui-là.

Il convient de mettre un peu d'huile dans le trou des plaques de laiton, pour diminuer le

frottement ; au moyen de quoi, le mouvement des charnières est très-doux, & cependant les branches ne vacillent point. Ce *pied* se prête très-aisément à toutes les formes de terrein. Lorsque ses branches sont réunies, elles forment un bâton, dont la grosseur ni le poids ne sont point incommodes : il y a 16 lignes de diamètre dans le haut, & 14 dans le bas. Deux viroles de laiton le tiennent fermé, lorsqu'on veut s'en servir comme d'une canne : elles empêchent aussi les branches de se déjetter en les plaçant, l'une vers le milieu, & l'autre à peu de distance du bas. La charnière sert de pommeau ; & pour que les angles rentrans n'incommodent pas la main, je les ai garnis d'une pièce de bois qui tient avec une vis. On voit sa forme extérieure à l'angle *f* de la *Figure* 2 ; & comme elle n'est pas appliquée à l'angle qui est en face dans la *Figure* Ire, on peut juger de sa forme intérieure par celle de la cavité qui doit la recevoir.

Presse pour tenir le Baromètre.

505. Pour employer ce *pied* à l'usage du Baromètre, je me sers d'une *presse* de bois, qui est au haut de la *Figure* Ire. Elle se met sur le *tourillon* qui est au-dessus de la charnière, & s'y fixe par derrière avec une vis. Je la place toujours, comme on la voit dans la *Figure*, c'est-à-dire que, quand le Baromètre est mis entre les branches antérieures du *pied*, reposant sur le terrein par le bas, il doit entrer en haut dans la *presse*, dont je serre les vis pour le fixer. Si le terrein est uni, je mets le Baromètre à plomb, en le faisant mouvoir par le bas ; son coussinet inférieur rend ce mouvement très-facile, parce qu'il fléchit. Mais si le

terrein est raboteux, je cherche d'abord à placer le Baromètre à-peu-près verticalement, & j'achève de le mettre dans cette position, par le moyen des vis de la *presse*. A l'aide de ce *pied*, & de la machine qui arrête les oscillations du *plomb*, je place mon Baromètre solidement & verticalement en moins d'une minute, quelque forme qu'ait le terrein (*a*).

Moyen de le garantir du soleil.

506. Le *tourrillon* sur lequel la *presse* est fixée, est percé dans le sens de sa longueur, pour recevoir le manche d'un parasol, dont je me sers pour garantir ma boîte du soleil, soit pendant les expériences, soit dans la marche lorsque j'approche du lieu où je me propose d'observer. J'ai fait voir ci-devant la nécessité de cette précaution, pour empêcher l'inégale distribution de la chaleur, entre le Baromètre & le Thermomètre (368).

507. Après avoir été plusieurs fois sur les montagnes avec mon Baromètre, je pensai qu'il seroit fort utile d'y joindre un niveau, pour estimer, par la hauteur des lieux où l'on se trouve, celle des lieux circonvoisins. La solidité du *pied* que je viens de décrire, celle de la boîte de mon Baromètre, & la justesse de son *à-plomb*, rendoient cette addition facile; il ne manquoit à tout cela que des *pinules*, & je trouvai à les placer commodément sur la boîte du Baromètre. Elles sont dans sa partie supérieure (*Pl.* 2, *Fig.* 3).

(*a*) Quant à la manière de placer le Baromètre dans l'intérieur des maisons, lorsqu'on voyage, je l'indique dans la note du §. 763.

La *pinule* qui porte le fil, eſt attachée ſur la porte en dedans. C'eſt une pièce de laiton, courbée à angle droit, dont un des côtés, plus grand que l'autre, eſt enchâſſé dans le bois, & tient ſolidement par deux vis; l'autre côté de cette plaque eſt vuidé & garni d'un fil d'argent très-délié, bien tendu. La *pinule* qui porte le trou, eſt au côté oppoſé de la boîte, contre lequel elle tient par trois vis. Le petit trou eſt ſur une pièce de laiton qui entre en couliſſe dans la *pinule*, & il ſe trouve devant un grand trou, de ſorte qu'on peut le placer à volonté. Quand on ferme la boîte, la *pinule* qui porte le fil, entre dans une cavité qui eſt à côté de l'autre *pinule*. Les charnières de la porte ſont ajuſtées de manière qu'elles l'arrêtent lorſqu'elle a fait un demi-tour; en ſorte que la ſurface intérieure de la porte, & la ſurface antérieure des deux côtés de la boîte, ſe trouvent exactement dans le même plan; les *pinules* ſont alors l'une vis-à-vis de l'autre à ſept *pouces* de diſtance.

On *rectifie* aiſément ce niveau, par la méthode ordinaire, en élevant ou abbaiſſant le petit trou; c'eſt à quoi ſert la couliſſe dont j'ai parlé.

Voilà quels ſont les inſtrumens dont je me ſuis ſervi dans mes expériences. J'eſpère que les détails dans leſquels je ſuis entré, épargneront quelques recherches à ceux qui voudroient en conſtruire de ſemblables, & feront connoître une partie des ſoins que j'ai pris pour éviter l'erreur. Le plan d'obſervations que j'avois formé, exigeoit abſolument des ma-

Lorſqu'il ne s'agira que de quelques obſervations particulières, on pourra ſimplifier pluſieurs des inſtrumens décrits dans ce chapitre.

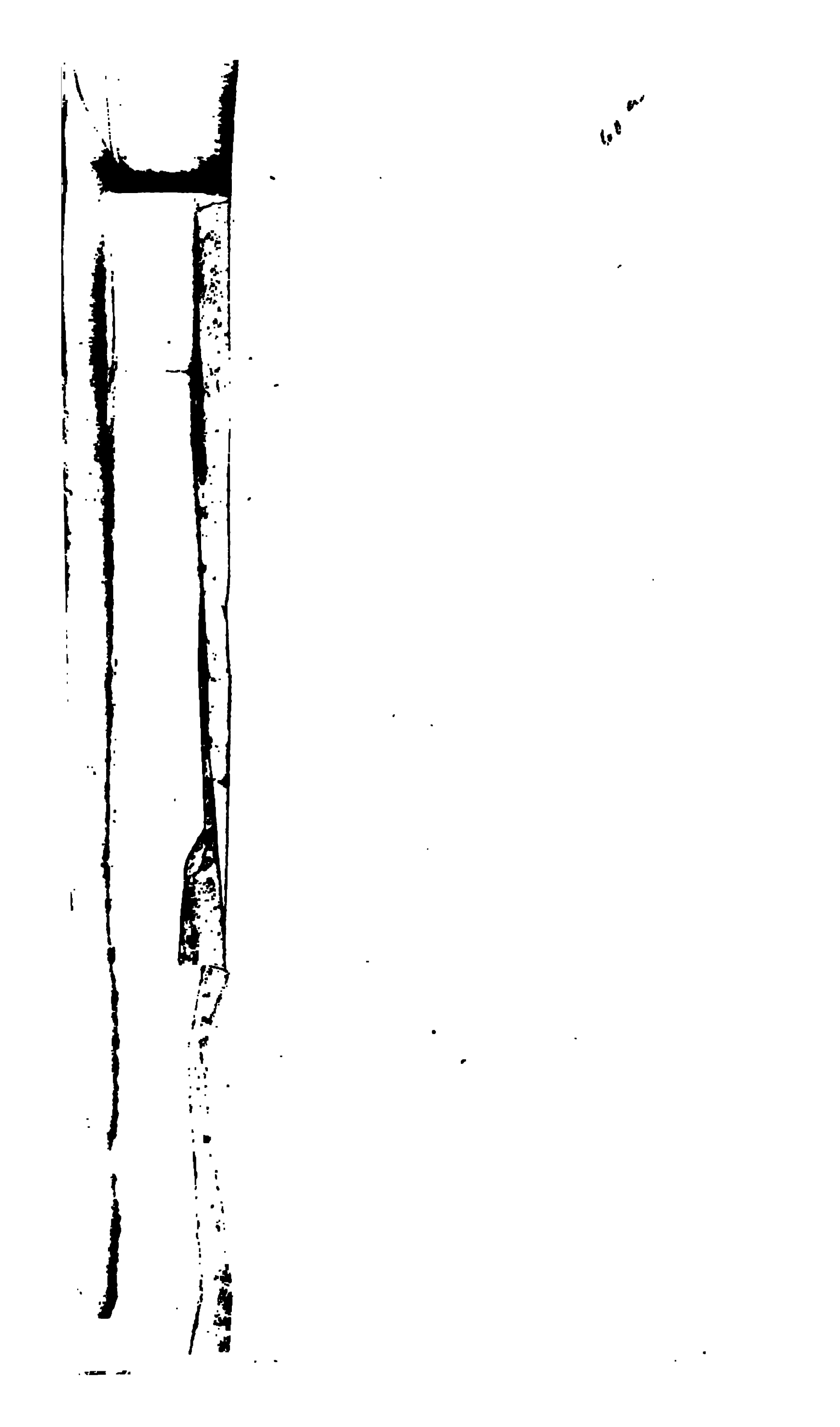
chines qui puſſent abreger le travail ; & comme je cherchois à établir des règles, j'étois obligé à de grands ſoins & à une ſcrupuleuſe exactitude. Mais, lorſqu'il ne s'agira que d'expériences particulières, il ſera facile de ſupprimer une partie de l'appareil, en donnant, s'il eſt néceſſaire, un peu plus de tems à l'obſervation. Je ne m'arrêterai pas à indiquer quelles ſont les précautions qu'on peut négliger ſans conſéquence ; tout Phyſicien attentif comprendra aiſément, après la lecture de mon Ouvrage, celles qui ſeront eſſentielles aux obſervations qu'il ſe propoſera d'entreprendre.

CHAPITRE SECOND.

Meſures de la hauteur des lieux deſtinés aux Obſervations qui ſont l'objet des Chapitres ſuivans.

MON but principal dans cet Ouvrage eſt de comparer des *hauteurs* connues avec les *abbaiſſemens de mercure* dans le Baromètre obſervé à ces mêmes *hauteurs*, pour en tirer une règle générale, au moyen de laquelle on puiſſe, à l'avenir, meſurer les *hauteurs* acceſſibles, & connoître par-tout & en tout tems, la *denſité* & le *poids abſolu* de l'air.

J'ai expoſé juſqu'ici toutes les précautions que j'ai priſes pour que le Baromètre ne me trompât point. Il s'agit à préſent de celles que j'ai apportées à la meſure de la hauteur des lieux où j'ai fait mes expériences.





:te partie est mieux connue que la pre-
; cependant, lorsqu'on veut inspirer de
ıfiance pour les résultats d'un travail
les conséquences sont très-étendues,
ns lequel bien des causes peuvent in-
ire l'erreur, on ne doit rien omettre de
ıi est propre à lever ou à prévenir les
s qui peuvent naître chez ceux qu'on
ɔersuader. Je dirai plus, on doit même
fournir les moyens de découvrir ses pro-
erreurs, en travaillant, pour ainsi dire,
leurs yeux, & en les mettant ainsi en
.e juger eux-mêmes, lorsqu'ils voudront
!onner la peine, si les conséquences qu'on
.e ses observations, en découlent véri-
nent. Je vais donc entrer dans quelques
s sur mes *mesures.*

'e de quinze stations dans la Montagne de Salève.

8. Je choisis pour mes premières obser- Choix de 6 stations dans la montagne de *Salève.*
ns, dans une montagne voisine de Ge-
, nommée *Salève*, six points différemment
s, qu'on pouvoit discerner aisément de
ıine; & j'y plaçai des signaux pour les
miner avec plus de précision. Je mesurai
te, sur la glace, dans un fossé qui borde Mesure d'une bâse.
hemin droit, une bâse de 3400 pieds,
ıte de demi-lieue de quelques-unes de
stations, & d'une à deux lieues de quel-
autres. J'employai, pour prendre les Celle des angles avec
:s, un Quart-de-cercle de trois pieds de un quart-de-

Cercle de 3 pieds de rayon.

rayon, fait par *Butterfield*, & dont cet habile Artiste se feroit honneur. Ce Quart-de cercle avoit appartenu à M. *Fatio de Duilier*, qui en fit présent à notre Bibliothèque publique. J'y ajoutai un micromètre, & des *conducteurs* pour observer plus exactement.

Raisons d'employer une autre manière de mesurer les hauteurs.

La *réfraction.*

509. Je pouvois être content de cette mesure ; il n'est pas commun de trouver une bâse aussi commode, ni un si bon instrument. Cependant deux choses m'inquiétoient : l'une est la *réfraction*, dont il m'étoit bien difficile de corriger sûrement les effets. M. *de la Condamine* en indique un moyen (*a*), qui consiste à prendre pour l'effet de la *réfraction*, la moitié de la différence des angles de hauteur & de dépression réciproques, après la correction qu'exige la rondeur de la Terre. Mais il m'étoit presqu'impossible de transporter & de placer mon Quart-de-cercle à plusieurs de mes signaux, pour prendre les angles de dépression ; & d'ailleurs je n'étois pas assuré qu'au moment où je les prendrois l'état de l'air seroit semblable à ce qu'il étoit lorsque j'avois pris les angles de hauteur.

Le trop petit nombre de stations.

L'autre objet qui m'occupoit l'esprit, étoit le petit nombre de stations auquel j'avois été borné, par la difficulté de trouver, dans la montagne, des lieux accessibles qui pussent être vus de ma *bâse*.

(*a*) *Mesure des trois premiers degrés du Méridien dans l'Hemisphère Austral* ; Ire Part. Article 13.

510. Ces deux considérations me firent penser au *nivellement.* J'examinai, pour cet effet, les meilleurs *niveaux* dont la description m'étoit connue; mais je n'en trouvai aucun qui ne fût sujet à quelqu'inconvénient pour l'usage auquel je voulois l'employer. Ce n'étoit pas une petite entreprise que de *niveler* une pente d'environ 3000 pieds de hauteur verticale, dans un trajet de près de cinq lieues, parmi les broussailles & les rochers, & dans une région où les vents, en ébranlant l'instrument, rendent les opérations peu exactes, ou du moins longues & pénibles.

Un niveau construit, & la montagne nivelée.

511. Je me déterminai donc à construire moi-même un *niveau*, que je rendis propre à cette opération, & au moyen duquel mon frère & moi, aidés par un seul homme, nous nivelâmes dans 30 heures, avec une perche de 36 pieds, tout l'espace dont j'ai parlé ci-dessus.

Quinze stations fixées.

512. Nous fixâmes en même tems quinze stations, dans lesquelles se trouvèrent comprises les six premières, mesurées avec le Quart-de-cercle. Voici la comparaison des *hauteurs* trouvées par les deux méthodes, pour deux des stations les plus élevées.

513. *Hauteur* trouvée par le calcul immédiat de l'opération Géométrique, pour le sommet de la montagne . . . . 2916 *pieds.*

A quoi il faut ajouter pour la rondeur de la Terre sur une distance de 28365 pieds . . . environ 20

2936

Différence des résultats du nivellement & de l'opération trigonométrique.

Hauteur trouvée par le *nivellement* 2926

différence . . . 10 *pieds.*

Hauteur d'une autre station, par l'opération Géométrique . . 2595 *pieds.*
Pour la rondeur de la Terre sur une distance de 12158 *pieds* . . . . environ 4

2599

Hauteur trouvée par le *nivellement* 2584

différence . . . 15 *pieds.*

Cette différence vient en plus grande partie de la réfraction.

514. Le nivellement me donna donc moins de hauteur que l'opération faite avec le Quart-de-cercle ; ce qui ne pouvoit être attribué qu'à la *réfraction.* Il n'y avoit point d'erreur dans les mesures actuelles ; la perche qui servit au *nivellement*, & celles que j'employai à la mesure de la *bâse*, furent faites sur le même étalon, & avec autant d'exactitude que j'en aurois apporté pour faire l'*échelle* d'un Baromètre.

Incertitude sur le choix entre les deux résultats.

Cependant, comme je ne savois point certainement si j'étois fondé à donner la préférence au *nivellement* sur l'opération faite avec le Quart-de-cercle, je pensai à répéter le premier, & je fus confirmé dans cette résolution par un incident.

J'avois

J'avois *nivelé* la montagne d'un bout à autre, sans interrompre la suite des *perches* atières, pour fixer mes quinze stations; & m'étois contenté de quelques notes relativement à ce qu'il falloit ajouter ou déduire de la somme des *perches*, jusqu'au point le plus prochain de chaque station. Depuis mon *nivellement*, dont la simple addition m'avoit donné la hauteur totale de la montagne, il s'écoula plus de six mois avant que mes occupations me permissent de déterminer les hauteurs des stations intermédiaires; & quand j'entrepris de les déterminer, ma mémoire ne me fournit plus, avec assez de certitude, quelques circonstances que je lui avois confiées, relatives à la hauteur du *niveau*, qui, dans certains cas, devoit être déduite, & en d'autres cas ajoutée; de sorte que je ne pouvois me flatter d'avoir obtenu le dégré d'exactitude que je m'étois proposé dès le commencement de mes expériences.

Et sur quelques détails du nivellement.

515. Cette incertitude me décida. Nous entreprîmes de nouveau, mon frère & moi, le nivellement de la montagne, & nous employâmes cette seconde fois une méthode sûre pour fixer les stations intermédiaires. Nous trouvâmes effectivement quelques différences à cet égard; ce qui seul suffisoit pour rendre la seconde opération utile. Mais nous fûmes plus amplement dédommagés, lorsque nous vîmes que les sommes totales des deux *nivellemens* ne différoient que de dix pouces & demi.

Un second nivellement confirme le premier.

On peut donc regarder toutes les *hauteurs*

auxquelles j'ai obſervé le Baromêtre dans cette montagne, comme déterminées avec toute la préciſion poſſible.

L'utilité que j'ai retirée de mon niveau, tant pour la diligence que pour l'exactitude, me déterminera peut-être à en faire le ſujet d'un Mémoire ſéparé. Ces détails me détourneroient trop de mon objet, pour les entreprendre maintenant.

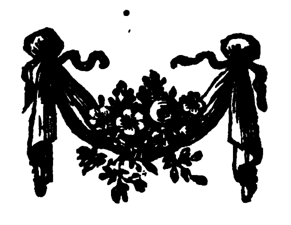
Meſures des hauteurs au cordeau.

Défaut de la maniere ordinaire de meſurer les hauteurs au cordeau.

516. J'aurai occaſion de parler, dans la ſuite, de diverſes *hauteurs* que j'ai meſurées au *cordeau*. Quoique cette méthode paroiſſe d'abord fort ſimple, elle eſt ſujette néanmoins à un inconvénient dont je dois faire mention. Quand on veut meſurer l'élévation d'un lieu par le moyen d'une corde, il faut néceſſairement la charger d'un poids proportionné à ſa groſſeur, pour la tenir tendue. Or dans cet état, elle ſe détord, elle devient plus mince, & par conſéquent plus longue. On la retire enſuite pour la meſurer; & comme elle reprend à-peu-près ſon état naturel, elle eſt trop courte alors, pour indiquer exactement la *hauteur* qu'elle meſuroit lorſqu'elle étoit tendue. Ce changement de longueur varie, ſuivant que la corde eſt plus ou moins tordue & chargée, & ſuivant le plus ou moins d'humidité de l'air; il eſt des cas où l'erreur qui réſulte de ces changemens, peut aller juſqu'à un cinquantième. Je m'apperçus de ce défaut en meſurant pluſieurs fois la même tour en

divers tems. La différence que je trouvai dans les résultats, me fit comprendre que cette méthode étoit peu sûre. J'employai alors celle que je vais expliquer.

517. Je me sers d'une ficelle mince, composée seulement de deux brins, & peu tordue; j'y joins un poids proportionné à sa force & à sa longueur; je la laisse suspendue dans l'endroit que je veux mesurer, jusqu'à ce que je n'apperçoive aucun tournoiement dans le poids. Je la retire ensuite le long d'une perche aussi longue que l'emplacement peut le permettre, & dont je marque la longueur avec de l'encre, sur la ficelle dans son état de tension, en faisant parvenir successivement au haut de la perche, les marques faites en bas. Quand la ficelle est retirée, je compte les marques, qui m'indiquent la *hauteur*, avec autant d'exactitude que si j'avois appliqué la perche d'un bout à l'autre. C'est ainsi que j'ai mesuré toutes les *hauteurs* où j'ai fait des observations hors de la montagne de *Salève*. Méthode plus sûre.







QUATRIÈME PARTIE.

EXPÉRIENCES ET RECHERCHES

SUR LES MOYENS DE CONNOÎTRE LA DENSITÉ DE L'AIR, EN TOUT TEMS ET EN TOUT LIEU, ET D'APPLIQUER CETTE CONNOISSANCE A LA MESURE DES HAUTEURS PAR LE BAROMÈTRE.

CHAPITRE PREMIER.

Des Effets que produisent les variations de la chaleur *dans l'air sur la hauteur du mercure dans le Baromètre placé à différentes élévations.*

LES précautions que j'avois prises, pour que des causes étrangères au *poids de l'air* ne pussent se combiner avec les effets de ce *poids* sur le Baromètre, me mirent en état d'appercevoir dès le commencement de mes observations, un phénomène intéressant, dont l'étude attentive me fit bientôt connoître que je n'avois pas tout prévu, lorsque j'entrepris ce travail.

Variations opposées dans la hauteur des Baromètres placés à la montagne & dans la plaine.

518. Ayant observé deux fois le Baromètre en un même jour, dans un même endroit de la montagne, je trouvai le mercure plus haut la seconde fois que la première. Ce changement ne me surprit point d'abord, persuadé qu'il s'étoit fait de même dans la plaine, où l'on observoit en même tems. Mais je fus bien étonné lorsque j'appris que la variation s'étoit faite en sens contraire. Je ne pouvois attribuer cette différence, ni au manque d'exactitude dans les observations, ni à quelque défaut dans les Baromètres, il falloit donc qu'elle vînt de l'air, & il me parut d'autant plus essentiel d'en chercher la cause, que la différence observée étoit assez considérable, pour m'ôter toute espérance de réussir dans mon travail, si je ne trouvois un moyen d'écarter cette cause, ou d'en déterminer les effets.

Conjecture sur la cause de cette opposition, tirée de ce que l'air n'étoit pas serein.

519. L'air n'étoit pas entièrement serein, lorsque je fis cette remarque ; & je crus trouver dans cette circonstance l'explication du Phénomène qui m'avoit surpris. Je pensai que, quand le Baromètre commence à descendre, la cause de son abbaissement peut n'être pas encore généralement répandue, & que par conséquent elle peut influer sur une colonne de l'atmosphère, plus que sur d'autres.

Expériences projectées pour la vérifier.

520. Comme il faut toujours s'aider de quelque hypothèse pour imaginer des expériences, je m'arrêtai à celle-là. Je résolus en conséquence, de m'aller poster à l'une de mes stations de la montagne, un jour où le Baromètre me paroîtroit devoir être fixe, pour y observer depuis le matin jusqu'au soir, tandis qu'on en feroit

de même à la plaine : me proposant de plus, si je trouvois quelque vraisemblance à ma conjecture par cette première observation, c'est-à-dire, si ce jour-là la marche des Baromètres étoit uniforme, de réitérer l'expérience un jour où le Baromètre inclineroit à monter, & un autre jour qu'il inclineroit à descendre.

521. Je commençai l'exécution de ce plan par un beau jour. J'observai chaque quart-d'heure le Baromètre & le Thermomètre, depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher, dans un même endroit de la montagne. Le mercure s'éleva dans le Baromètre depuis le commencement jusqu'aux trois quarts de la journée, & il redescendit pendant l'autre quart. J'étois très-impatient de voir les observations faites à la plaine. Dès que j'y fus de retour, je les examinai ; mais elles ne m'apprirent rien au premier coup-d'œil, parce que la différence du mercure voiloit la marche des Baromètres ; ce qu'il est important de remarquer.

Expérience faite par un tems serein.

Le mercure monta dans le Baromètre de la montagne pendant les trois quarts de la journée & redescendit ensuite.

522. Je fis sur les hauteurs observées du Baromètre, les corrections requises suivant la règle que j'ai indiquée ci-devant (492) & je plaçai les observations correspondantes les unes à côté des autres. Cet arrangement, par les contrastes singuliers qu'il me présenta, fut mon premier guide ; & je ne tardai pas à découvrir la cause de ce qui m'avoit embarrassé d'abord. Je vis que mon Baromètre de la montagne s'étoit élevé par une gradation sensible, depuis le matin jusqu'aux trois quarts du jour, tandis que celui de la plaine s'étoit abbaissé dans le même tems : & qu'au contraire, pen-

Ses variations furent opposées dans le Baromètre de la plaine.

dant que vers la fin du jour mon Baromètre avoit baissé à la montagne, celui de la plaine étoit remonté.

Les variations du Thermomètre furent semblables à celles du Baromètre de la montagne.

523. Je ne pouvois plus regarder le changement de *tems* comme la cause de cette singulière opposition, puisqu'il avoit été fort beau pendant toute la journée : mais je vis clairement qu'elle étoit produite par les effets des variations de la chaleur sur l'air. En effet, mon Thermomètre qui, exposé tout le jour à la montagne en plein air, devoit exprimer assez correctement les variations de sa température, avoit monté & redescendu dans les mêmes tems, où mon Baromètre avoit fait des variations semblables. Je compris donc qu'il falloit chercher dans la température de l'air, la cause des différences que j'avois observées dans la marche de mes Baromètres. Mais comment l'un des Baromètres peut-il monter, tandis que l'autre descend? Voici le raisonnement que je fis à ce sujet, & comment je conçus que ces effets opposés procédoient d'une même cause.

Explication.

524. Quand le soleil, par sa présence sur l'horison d'un certain lieu, dilate la portion de l'Atmosphère qui y repose ; l'expansion de l'air, doit naturellement s'y faire suivant trois directions principales : l'une du couchant au levant, l'autre du levant au couchant, & la troisième de bas en haut. Considérons d'abord ces deux premières directions, soit relativement aux preuves immédiates qui les démontrent, soit par rapport à leur influence sur le Baromètre de la plaine.

Expansion de l'air en trois sens différens quand la chaleur augmente.

Transport

525. La surface de la terre est la base sen-

ible de l'*atmofphère* ; c'eft le point d'appui immobile, contre lequel elle exerce fon. action. La terre, par fa révolution journalière, préfente fucceffivement au foleil des portions de fa furface, où l'air eft plus denfe que fur celles qu'il vient d'échauffer. Dès que le foleil paroît fur un horifon, l'air s'y dilate, & par l'augmentation de fon volume il fe porte vers les lieux où cet aftre n'agit point encore, & vers ceux qu'il vient d'abandonner. C'eft ainfi que, par un mouvement continuel, l'air qui fort d'un hémifphère échauffé, va occuper la place abandonnée par l'air qui fe condenfe fur les parties de la terre, que le foleil n'échauffe plus ; & qu'il eft pouffé vers celles qui vont être bientôt réchauffées, mais, où toutes chofes d'ailleurs égales, la chaleur eft alors dans fa plus grande diminution diurne, à caufe de la plus longue abfence du foleil. de l'air du levant au couchant.

526. Nous avons une preuve de ce dernier mouvement de l'air, dans le *vent d'Eft*, qui accompagne le lever du foleil, & que nous appercevons toujours dans les lieux découverts, quand il n'y a point de nuage qui lui faffe obftacle, ni d'autre vent qui le domine. Ainfi lorfque le foleil eft fur notre horifon, c'eft notre portion d'atmofphère qui fournit au *vent d'Eft* pour les pays où le foleil fe lève fucceffivement. Elle fournit auffi à la condenfation de l'air pour ceux où le foleil fe couche. Preuve tirée du *vent d'Eft* qui règne ordinairement au lever du foleil.

527. Je ne ferai plus qu'une feule remarque à ce fujet ; car mon deffein n'eft point de traiter la matière des vents, ni par conféquent d'examiner ce qui doit réfulter du paffage du Condenfation de l'air au coucher de cet Aftre.

ſoleil d'un tropique à l'autre, & du manque
d'équilibre entre les colonnes d'air différem-
ment échauffées ; je dirai ſeulement que, ſi
nous n'appercevons pas un vent régulier au
coucher du ſoleil, c'eſt parce que la chaleur
commence à diminuer long-tems avant que
le ſoleil ſoit abbaiſſé ſous l'horiſon : ce qui fait
que l'air ſe condenſe peu-à-peu, & que de
nouvel air arrive inſenſiblement de tout côté.
C'eſt ainſi que nous voyons l'eau preſque
calme derrière un vaiſſeau qui la ſillonne, tan-
dis qu'elle reflue du côté de la prouë.

Diminution du poids de l'air ſur la plaine, produite par ces deux cauſes.

528. Il eſt donc certain qu'à meſure que le ſoleil échauffe une région, il s'y fait des expanſions latérales de l'air qui ſe dilate. Ainſi le Baromètre doit baiſſer pendant ce tems-là dans le bas des colonnes ; parce que la quantité d'air qui peſoit ſur lui, diminue ; car la colonne entière qui le ſoutient, n'ayant pas un appui dans le haut, ne peut produire aucun effet ſenſible par ſon *reſſort* (comme l'avoient penſé quelques Phyſiciens);on ne doit compter que ſon *poids*.

Expanſion de l'air en hauteur.

529. Mais par cela même que vers le haut rien ne fait obſtacle à l'expanſion de l'*air*, que le poids des parties ſoulevées, & que la ſurface de la terre eſt ſon point d'appui ; il doit s'élever de l'air de la plaine ſur les montagnes quand la chaleur va en augmentant. Il faut du tems pour que les colonnes allongées puiſſent ſe verſer ſur leurs voiſines. L'étendue échauffée par le ſoleil eſt très-grande : & comme les parties du milieu ſont plus dilatées que celles des bords, il doit en réſulter une ſorte de *tumeur* ſemblable à celle que la lune produit ſur les

iers, & du sommet de laquelle l'air doit *couler* ers les parties les plus basses. Les colonnes chauffées restent donc plus longues que celles ui le sont moins : & pendant ce tems-là, il est ans chaque colonne un point déterminé par dégré & la distribution de la chaleur, où le oids de l'*air* supérieur ne change pas, parce u'il se fait une compensation exacte entre augmentation de hauteur de la colonne, & la minution de sa densité. Ce point est peu élevé, our l'ordinaire, au-dessus de la plaine : mais ur la nature des causes qui le déterminent, il t très variable. A partir de ce point, plus on lève, plus l'effet de l'allongement des cones l'emporte sur celui de la diminution de r densité. Le poids de l'air supérieur augnte donc à mesure que la chaleur augnte. C'est ce qu'indique le Baromètre. Car, mme je l'ai dit, s'il est placé dans un lieu vé, il monte à mesure que l'air s'échauffe aussous de lui.

530. J'ai observé un grand nombre de fois t effet des variations de la chaleur, dans ses verses combinaisons, qui peuvent se réduire rois principales. Effets des variations de la chaleur sur les Baromètres placés à la montagne & dans la plaine, combinés avec les changemens de poids de l'air produits par d'autres causes.

1°. Quand le Baromètre est fixe, c'est-à-, lorsque plusieurs jours de suite le mercure également élevé à la même partie du jour, en baissant à la plaine, & en s'élevant à la ntagne, lorsque la chaleur augmente, & proquement.

°. Quand la disposition de l'atmosphère tend re monter les Baromètres, en même tems la chaleur augmente, celui de la plaine

peut rester au même point, tandis que celui de la montagne monte par ces deux causes ; ou si le poids de l'atmosphère augmente encore, la hauteur du premier Baromètre augmente alors, mais moins que celle du dernier. Et lorsque la chaleur diminue, le Baromètre de la montagne peut cesser de monter, tandis que celui de la plaine monte à son tour par une double cause.

3°. Si le mercure doit s'abbaisser dans les Baromètres, à cause d'un changement dans l'état de l'air, & que la chaleur augmente, il pourra rester immobile dans le Baromètre de la montagne, tandis qu'il descendra dans celui de la plaine (*a*) ; ou si la diminution dans le poids de l'atmosphère est plus considérable, le mercure descendra aussi dans le premier Baromètre, mais il descendra moins que dans le dernier : & réciproquement pour la diminution de la chaleur.

Le plus ou le moins d'opposition ou de différence dans les mouvemens des deux Ba-

(*a*) Outre mes observations à la montagne de Salève sur cette immobilité du Baromètre dans les lieux élevés, en certains tems, tandis qu'il descend à la plaine, j'en ai fait une nouvelle le 27 Août de cette année (1763) au sommet du *Mole*, montagne de *Faucigny*, beaucoup plus élevée que Salève. Le mercure y fut immobile dans le Baromètre depuis onze heures jusqu'à midi, tandis qu'il s'abbaissa d'un quart de ligne dans les Baromètres de la plaine ; aussi la chaleur avoit-elle augmenté d'environ un dégré & demi de la division en [illegible] parties. Je trouvai, par l'observation du Baromètre la hauteur du *Mole* au-dessus du *Lac de Genève*, de 4560 pieds.

ıètres, dépend du plus ou moins de diffé-
ence dans la hauteur des lieux : cela découle
aturellement de ce qui précède.

531. Après avoir examiné ces Phénomènes : toutes leurs conſéquences, je ne pus me iſſimuler qu'il falloit ceſſer mon travail, ou hercher les moyens de connoître le dégré ıoyen de chaleur de la colonne d'air que je oulois meſurer, & l'influence de ſes variaions ſur la hauteur relative du mercure dans :s Baromètres (*a*). Il faut néceſſairement connoître la température des colonnes d'air dont on veut meſurer la hauteur par le Baromètre.

(*a*) Dans l'hiſtoire des tentatives pour meſurer les *auteurs* par le Baromètre, j'ai rapporté (p. 183 du Ier. olume) celle qu'a faite M. *Lambert*, membre de l'Aadémie de *Berlin*. Comme cette partie eſt imprimée epuis long-tems, M. *le Sage* qui eſt en correſpondance vec M. *Lambert*, me demanda un exemplaire de la euille où je parle de ſa méthode, pour le lui communiquer. Voici la réponſe que lui fit M. *Lambert* à ce ſujet : Je me faisun plaiſir de la publier, parce qu'elle témoigne que M. *Lambert* avoit penſé aux effets que doivent produire les différences de la chaleur, ſur les rapports des hauteurs de l'air avec les abbaiſſemens du mercure dans le Baromètre.

« La feuille de l'ouvrage de M. de Luc m'a bien fait » plaiſir, & je vous en dois, Monſieur, bien des remer» cimens. Voici les remarques que j'ai faites ſur cette » feuille ; & que vous pourrez, ſi vous le jugez à propos, » communiquer à M. de Luc.

» A juger de cette feuille, il ſemble que M. de Luc » n'a vu de ce que j'ai écrit ſur cette matière, que » ce qui ſe trouve dans l'ouvrage qu'il cite. Or, dans cet » ouvrage, je rapporte en termes exprès (p. 351, § 52) » la reſtriction : *ſi l'état de l'air n'étoit point altéré par la* » *chaleur & par les vapeurs*. J'aurois ſouhaité que M. de » Luc eût bien voulu en faire mention. Car ce n'eſt

Et pour cet effet observer le Thermomètre au moins à ses deux extrémités.

532. Je ne vis rien de mieux pour cela que d'observer la chaleur des deux extrémités de la colonne d'air comprise entre les deux Baromètres, & d'avoir, pour cet effet, deux Thermomètres exposés à l'air libre, un dans la plaine, & l'autre sur la montagne.

» qu'en forme d'exemple que je parle en cet endroit des » hauteurs Barométriques.

» Les hauteurs des montagnes dont je donne la liste » ne sont pas les mêmes que celles que donne M Cassini, » qui les a mesurées. Mais ce sont celles que j'ai trouvées » après avoir corrigé les mesures par l'évaluation des ré» fractions terrestres. Et ces corrections montent à 40,50 » & même jusqu'à 80 *toises*. Il y avoit même un cas » où il falloit soustraire 168½ *toises*, parce que la montagne » avoit été mesurée à une distance de 87740 *toises*. Tout » cela se trouve dans un petit traité que je fis imprimer à » la Haye en 1758, sur *les propriétés remarquables des* » *routes de la lumière, par les airs, & en général par plu*» *sieurs milieux refringens sphériques & concentriques*, &c. » C'est-là aussi que je dis que ces observations Baromé» triques ont été faites dans un même climat, & dans une » même saison de l'année, &c ».

Monsieur Lambert fait encore mention dans sa lettre d'un Mémoire qu'il a dressé sur le même sujet à l'Académie de Bavière en 1762, mais qui n'étoit pas encore imprimé.

Il est vrai, comme l'a bien compris M. *Lambert*, que je n'avois vu de lui sur ce sujet que l'ouvrage que j'ai cité: & même je n'en avois vu proprement que le passage dont j'ai fait l'extrait; parce que cet ouvrage est en Allemand que je n'entends pas, & que la personne qui me l'avoit fait connoître ne m'avoit traduit que ce passage.

CHAPITRE SECOND.

efaut des Thermomètres ordinaires pour indiquer le dégré de chaleur de l'air, quand il est échauffé par le soleil. Manière d'en construire qui soient propres à cet usage.

ORSQUE j'eus reconnu la nécessité observer la température de l'air pendant les xpériences du Baromètre, j'examinai le Thermomètre relativement à cet objet, & je soupçonnai d'abord que sa construction ordinaire e devoit pas y être propre.

533. Dans cette idée j'en éprouvai plusieurs, n les exposant en plein air. Les uns étoient ontés sur du sapin, d'autres sur du poirier, autres enfin sur des plaques de cuivre, perjes vis-à-vis de la boule. Tous ces Thermoètres étoient d'accord dans ma chambre; ais, lorsqu'ils furent exposés au soleil, ils ontèrent très-diversement, & se tinrent autant plus haut, que la matière de leur onture étoit plus dense; la différence entre s Thermomètres qui étoient sur du cuivre ceux qui étoient montés en sapin, alla jusqu'à 3 dégrés. Je réiterai plusieurs fois cette xpérience, & je trouvai toujours le même rdre de variation, mais dans des rapports lifférens. Quand les Thermomètres sont exposés au soleil, la différence de densité de leur monture influe sur leur hauteur.

534. Je suspendis ensuite au soleil les mêmes Thermomètres sans monture; je marquai la Les montures en général contri-

buent à échauffer les Thermomètres dans ce cas-là;

hauteur du mercure sur les tubes ; ils se tinrent tous à la même hauteur, & tous aussi plus bas qu'ils n'étoient avant de les séparer de leur monture.

Parce qu'elles augmentent l'action du soleil.

535. Il est aisé de voir quelle est la cause de ces différences. La boule d'un Thermomètre sans monture ne reçoit le soleil que par un de ses hémisphères ; l'autre est continuellement *rafraîchi* par toutes les causes qui se combinent dans l'air avec le soleil, pour déterminer son dégré de chaleur. Ces combinaisons se font aussi dans le mercure, & déterminent son dégré de dilatation ; au lieu qu'un Thermomètre *monté*, n'étant point *rafraîchi* par derrière, tout le mercure qu'il contient s'échauffe, comme si le soleil agissoit seul dans l'air, & cela d'autant plus que la monture est d'une matière plus dense. L'ouverture faite aux plaques de cuivre, derrière la boule des Thermomètres dont j'ai parlé, ne pouvoit empêcher une grande partie de cet effet, parce que la largeur de la monture empêchoit la circulation de l'air, & que la plaque de cuivre, échauffée par le soleil, communiquoit sa chaleur au Thermomètre qui lui étoit contigu.

Il faut que la boule soit entièrement isolée.

536. Ainsi, pour avoir des Thermomètres comparables, quoiqu'exposés au soleil, il faut nécessairement que leur boule soit isolée ; & que leur échelle ne soit fixée qu'au tube. Ceux que j'ai faits de cette manière, ont toujours été d'accord. Cela seul suffit pour prouver qu'ils expriment bien la température de l'air. Mais j'ai observé de plus, étant à la campagne, que leur dilatation ne changeoit point, quand

quand même une feuille d'arbre garantissoit leur boule de l'action du soleil, pourvu néanmoins qu'elle fût à quelque distance. Or dans ce cas, la petite couche d'air qui environnoit la boule du Thermomètre, & la boule même, étoient sûrement à la température de l'air qui les entourroit. J'ai aussi remarqué qu'en adossant deux Thermomètres montés sur du sapin, & les exposant en plein air, l'un tourné vers le soleil, & l'autre en sens contraire; le premier se tenoit plus haut que ceux à boule isolée, & l'autre plus bas, & que le terme moyen entr'eux indiquoit à-peu-près la vraie température de l'air.

537. Le Thermomètre dont j'ai fait usage pour mes observations, se voit dans la *Fig.* 3 de la *Pl.* 2; il est fixé à la petite *porte* *c*, *d*. J'ai représenté de grandeur naturelle, dans la *Fig.* 3, *Pl.* IV, cette *porte*, & le Thermomètre qui lui est joint, afin d'indiquer, s'il est possible, le moyen dont je me suis servi pour le faire tenir solidement dans la boîte, sans nuire à la facilité de l'en retirer, lorsque je veux en faire usage.

Description d'un Thermomètre propre à indiquer la température de l'air libre.

Le tube de ce Thermomètre est très-capillaire, & le diamètre extérieur de sa boule n'a que trois lignes. Il est bon que cette boule soit petite, afin que le mercure soit plus promptement réduit à la température de l'air environnant; ce qui abrège les observations.

Je fixe le tube par deux liens de fil de cuivre garni de soie, sur une petite pièce de sapin *c*, *d*, *e*, *f*, (*Pl.* IV, *Fig.* 3), coupée en talus par le bas, pour que le soleil puisse tou-

jours atteindre la boule, qui eſt iſolée, de même qu'une portion du tube d'environ demi-pouce. Le tube eſt recourbé par le haut, afin qu'il ne puiſſe gliſſer ſur la pièce de bois, qui porte l'échelle.

La petiteſſe & la légèreté de ce Thermomètre le rendent très-commode en campagne. La plus petite branche d'arbuſte ſuffit pour le ſoutenir; je l'attache même ſouvent à une feuille d'arbre avec une épingle. Il riſque moins auſſi de ſe rompre, s'il vient à tomber par quelqu'accident, comme il lui eſt arrivé plus d'une fois. Pour le garantir dans la boîte même, je lui ai fait une loge *g*, *g*, *g*, qui eſt fixée à la petite *porte*. Cette loge eſt garnie d'un couſſinet de cotton, couvert de mouſſeline, au fond duquel la boule eſt appuyée.

Manière de fixer ce Thermomètre dans la boite du Baromètre.

538. Je n'ai repréſenté la pièce de ſapin ſur laquelle ſe met la diviſion, que par les traits de ſes angles, afin de pouvoir deſſiner les pièces intérieures, comme ſi celle de ſapin étoit tranſparente. Ces pièces intérieures, que je vais décrire, ſervent à fixer le Thermomètre ſur la petite *porte*, de manière qu'on puiſſe l'ôter & le remettre aiſément.

Les traits *h*, *h*, *h*, *h*, déſignent un enfoncement qui eſt dans la monture du Thermomètre, derrière le haut du tube. Cet enfoncement ſert à loger un reſſort de fil de laiton *r*, *i*, *k*, planté en *k*, dans la petite *porte*. Le reſſort eſt plié en *i*, & ſa courbure entre dans une petite foſſe; *l*, *l*, ſont deux chevilles plantées aux côtés du reſſort, pour le contenir. Elles entrent, comme le reſſort, dans l'enfoncement

h, *h*, *h*, *h*, de la monture du Thermomètre, & l'empêchent aussi de varier à droite ou à gauche; *m*, *m*, est une traverse en forme de crampon, plantée derrière la monture, & enfoncée jusqu'à niveau de sa surface. Lorsqu'on veut mettre le Thermomètre à sa place dans la boîte du Baromètre, on le pose plus haut qu'il n'est représenté, afin que la traverse *m*, *m*, se présente au-dessus du *bec*, *r*, du ressort. Alors, poussant le Thermomètre de haut en-bas, la *traverse* soulève le *bec*, à cause de l'inclinaison de celui-ci; elle fait sortir le coude du ressort de son enfoncement, & glisse par-dessous; quand elle a passé ce coude, le ressort s'enfonce de nouveau, & la *traverse* qui l'a dépassé, empêche que le Thermomètre ne puisse remonter. C'est dans cette position qu'il est représenté par la *Figure*. En même tems que la *traverse* se présente au-devant du ressort, une pointe *n*, *n*, plantée paralellement à la petite *porte*, dans la console qui sert de loge à la boule du Thermomètre, entre dans un trou de sa monture. Ainsi, quand la traverse *m*, *m*, a passé au-dessous du ressort, le Thermomètre ne peut se mouvoir dans aucun sens.

La pièce *p*, placée au haut du Thermomètre, est de laiton. Elle est fendue dans sa partie inférieure; ses bords sont relevés à angle droit, des deux côtés de la fente; leurs extrêmités *o*, *o*, sont arrondies & percées d'un trou. Une goupille *q*, *q*, passe par ces trous, en traversant la monture du Thermomètre; en sorte que la pièce, *p*, est attachée

à cette monture, & ſe meut librement ſur la goupille. Quand on met le Thermomètre à ſa place, le *bec* du reſſort paſſe entre les deux bras *o*, *o*, de la pièce *p*, & vient ſe préſenter ſur cette pièce au-deſſus de ſa fente, vis-à-vis de *r*.

Lorſqu'on veut ôter le Thermomètre, on le prend par le haut, entre le pouce & le troiſième doigt; on porte le ſecond doigt derrière la pièce de laiton *p*; & en la tirant en avant, on ſoulève le reſſort par ſon *bec*, contre lequel elle appuie en *r*. Pendant que le reſſort eſt ſoulevé, on tire le Thermomètre de bas en-haut; la *traverſe m*, *m*, paſſe alors ſous le reſſort; la pointe *n*, *n*, ſort de ſon trou, & le Thermomètre eſt libre. On le ſuſpend par le trou de la pièce *p*, ou par un cordon qu'on paſſe dans ce trou. Toutes ces opérations ſe font très-promptement & ſans gêne.

Echelle employée proviſionnellement pour ce Thermomètre.

539. Lorſque je commençai mes obſervations, je ne ſavois point encore quelle échelle conviendroit à ce Thermomètre; j'y mis proviſionnellement celle de 80 parties entre les points fixes.

C'eſt avec cette eſpèce de Thermomètre que je recommençai mes obſervations. J'en expoſois un en plein air pendant que j'obſervois à la montagne; & l'on en obſervoit un ſemblablement à la plaine. Je réuniſſois les deux obſervations, & je conſidérois leur terme moyen, comme repréſentant la chaleur moyenne de la colonne d'air compriſe entre les deux ſtations.

C'étoit avoir beaucoup avancé dans la car-

rière, que d'être parvenu à ce point; mais il falloit encore bien du travail pour en tirer des conséquences utiles. Il s'agissoit de faire assez d'observations, à diverses hauteurs & températures, pour trouver les loix que suit l'Atmosphère dans sa dilatation par la chaleur; & pour découvrir si d'autres causes ne se joignoient point à celle-là, dans les variations que j'avois observées.

Je ne me rebutai point à la vue de ce travail, parce qu'il me promettoit des découvertes intéressantes; & j'ai fait de 1755 à 1760, plus de quatre-cents observations, tant sur la montagne de *Salève*, qu'en d'autres lieux. On verra ces observations avec leurs résultats dans le chapitre suivant.

CHAPITRE TROISIÈME.

Recherches des Loix que suivent les DILATATIONS de l'AIR par la CHALEUR & par la diminution de la pression qu'exercent ses Parties les unes sur les autres, dans le sens vertical. Règle générale qui résulte de ces Loix, pour mesurer par le Baromètre la hauteur des lieux accessibles.

540. LES deux causes dont je vais traiter, se compliquoient tellement dans mes expériences du Baromètre, que ce n'est qu'avec beaucoup de tems & de peine que je suis parvenu à démêler l'influence de cha-

Complication des effets de la chaleur & de la pression dans l'atmosphère.

cune d'elles, dans la production de l'effet total. Pour découvrir la loi que suivoient les dilatations de l'air par l'une de ces causes, il falloit trouver quelque moyen de soustraire les effets de l'autre, & je ne pouvois y parvenir que par de longs tâtonnemens. J'avois de l'avantage pour la sûreté de mes recherches, dans le grand nombre d'observations que j'avois rassemblées; mais il en résultoit aussi bien du travail à chaque tentative. Cependant, animé d'abord par l'attrait d'une découverte, soutenu ensuite par la crainte de voir sans fruit les travaux passés, ranimé par l'espérance du succès au moment où j'allois perdre courage, j'en suis enfin venu à bout.

Première tentative pour démêler l'effet de la chaleur sur le poids de l'air.

Première table des hauteurs correspondantes aux abbaissemens du mercure, tirée des résultats moyens.

541. La première combinaison que je fis de mes expériences dans la montagne de *Salève*, fut de comparer l'élévation, d'ailleurs connue (508), des lieux où j'avois observé, avec l'abbaissement moyen du mercure dans le Baromètre; puis, rassemblant tous les résultats de ces comparaisons, je formai, par l'expérience & sans égard à aucune théorie, une table des *hauteurs*, supposées correspondantes aux *abbaissemens du mercure*. Je calculai ensuite chacune de mes observations par cette première table, en rangeant celles que j'avois faites au même lieu, suivant l'ordre des augmentations de chaleur de l'air, indi-

Première maniere de corriger l'effet de la chaleur, tirée de l'écart de chaque obſervation, comparée avec le réſultat moyen dans chaque ſtation.

quées par le terme moyen des obſervations du Thermomètre, faites dans la plaine & ſur la montagne. Après quoi je cherchai, pour toutes mes ſtations, la différence moyenne qu'occaſionnoit dans les *hauteurs* réſultantes du calcul, une variation de chaleur correſpondante à un dégré du Thermomètre; & de la comparaiſon générale des réſultats, je tirai une première formule pour ſouſtraire les effets de cette cauſe.

Seconde table des hauteurs correſpond. &c. après la premiere correction pour la chaleur.

542. Je corrigeai par cette formule, les *hauteurs* données par le premier calcul, pour chaque obſervation; ce qui les rendit beaucoup plus uniformes. Mais comme la première valeur que j'avois aſſignée à chaque ligne d'*abbaiſſement* ſucceſſif du mercure dans le Baromètre, réſultoit des obſervations immédiates, ſans corrections pour la chaleur, il fallut changer cette valeur en une autre, qui quadrât de nouveau, le mieux poſſible, avec les *hauteurs* réelles.

Cette table avoit pour baſe le niveau de la mer, comme on le pratique à l'ordinaire.

543. Je dois dire ici, qu'entraîné dès le commencement de mes obſervations, par l'exemple de la plupart des Phyſiciens qui ont traité cette matière (j'en excepte M. Bouguer, dont l'ouvrage ne m'étoit pas encore connu), j'étois préoccupé de l'idée que toute progreſſion du genre de celle que je cherchois, devoit néceſſairement commencer depuis le niveau de la mer (*a*); & que, par conſéquent,

---

(*a*) On a vu que cette méthode a été employée par tous ceux dont j'ai rapporté les règles dans le Chap. IV.

F iv

il falloit connoître l'élévation du lieu où l'on obſervoit, relativement à cette bâſe commune des *hauteurs* terreſtres. C'eſt-pourquoi je cherchai à me procurer cette connoiſſance, & j'y parvins en faiſant exprès à *Gènes* des obſervations, dont je rendrai compte dans la ſuite. Ayant donc obtenu ce point que je croyois indiſpenſable, je le fis entrer comme une des conditions eſſentielles dans mes recherches, c'eſt-à-dire, que je faiſois correſpondre une *hauteur* poſitive à chaque ligne d'*abbaiſſement* du mercure dans le Baromètre, au-deſſous de ſa hauteur moyenne au bord de la mer, eſtimée 28 pouces. Telle étoit la méthode ordinaire, dont je ne me défiois point.

On s'apperçoit déja que je vais parcourir une carrière de tâtonnemens; & l'on penſeroit peut-être qu'ayant annoncé une règle fixe, je devrois ſupprimer le détail de mes premiers eſſais, & commencer par le ſimple énoncé de la règle que j'ai trouvée, en l'accompagnant des expériences qui lui ſervent de fondement. Pour répondre d'avance à cette objection, je dois faire remarquer qu'il n'y a rien d'arbitraire dans toutes celles de mes tentatives dont je ferai mention, & que j'ai été conduit pas à pas par la nature. Le récit de ces tentatives ſera

---

de la Iere. Partie, excepté par M. *Bouguer*. Voici encore comment s'exprime M. *Deſaguliers* ſur ce ſujet : *on meſure ordinairement*, dit-il, *la hauteur du mercure dans le Baromètre depuis le niveau de la mer, auquel on doit réduire toutes les obſervations, ſi l'on veut être exact.* (*Cours de Phyſ. exp.* traduit par le P. *Pezenas*, *Tom.* II. *pag.* 287. 4°.)

connoître plusieurs exceptions auxquelles on n'avoit pas pris garde ; & lorsqu'après cette gradation de développemens, j'exposerai le dernier période auquel je suis parvenu, je ne serai pas obligé de retourner en arrière, pour faire sentir la nécessité de chaque partie de la règle qui m'a été dictée par l'expérience.

544. En comparant la table de M. *Mariotte* avec celle que j'avois formée, ensuite de ma première correction pour les effets de la chaleur, je les trouvai très-différentes, quant à la grandeur des termes correspondans aux mêmes hauteurs du Baromètre ; mais je remarquai une grande conformité dans leurs accroîssemens. Je fus charmé de cet accord, qui me conduisoit à une loi simple, conforme aux idées des plus grands Physiciens sur la nature des fluides élastiques ; d'où il résulte que leurs condensations doivent croître en raison des poids dont ils sont chargés. Et comme, en vertu de cette loi, les *hauteurs* de l'Atmosphère, qui correspondent à des abbaissemens égaux & successifs du mercure dans le Baromètre, doivent être en progression harmonique ; il ne s'agissoit plus que de trouver le *dividende commun* de chaque hauteur du mercure, qui pouvoit convenir à mes observations, pour une température fixe, que je déterminai provisionnellement. (J'expliquerai dans la suite (579) pour ceux qui ne le voient pas d'un coup-d'œil, ce que c'est que ce *dividende commun*). Je le cherchai donc, & je trouvai le nombre 25390, qui, divisé par la suite des hauteurs du mercure, de *ligne* en *ligne*, depuis 28 *pouces*, que j'estimois être sa hauteur moyenne au bord de

Les termes de cette table se trouverent sensiblement proportionnels à ceux de la table de M. Mariotte, quoique différens.

Ils croîssent donc en progression harmonique.

Dividende commun qui devoit former cette progression.

la mer, me donna une ſuite de quotiens en progreſſion harmonique, qui exprimoient en *pieds*, les *hauteurs* de l'air, correſpondantes aux *abbaiſſemens* du mercure de *ligne* en *ligne*.

Troiſième table des hauteurs correſpondantes &c.

545. Je dreſſai alors une table de ces *hauteurs* correſpondantes à chaque ligne d'*abbaiſſement* du mercure dans le Baromètre, depuis le niveau de la mer. Et comme mes obſervations à *Gènes* m'avoient appris que le Baromètre s'y tient plus élevé d'environ 15 *lignes*, que dans le lieu auquel je rapportois toutes mes obſervations faites ſur la montagne de *Salève*; le 15me. terme de ma progreſſion devint le premier dans tous mes calculs.

Seconde tentative pour découvrir l'effet de la chaleur ſur la denſité de l'air. Influence des variations de hauteur du Baromètre dans le même lieu.

IIme. combinaison des obſervations.

546. Je fus aſſez ſatisfait de cette première tentative. Cependant, elle laiſſoit encore des différences qui m'embarraſſoient. Pour en découvrir la cauſe, je me déterminai à ranger toutes mes obſervations dans l'ordre de leur réſultat, en commençant, à chaque ſtation, par les obſervations qui donnoient le moins de *hauteur*, & les accompagnant de toutes leurs circonſtances. Mon but étoit de découvrir par ce moyen, ſi l'augmentation dans les *hauteurs* réſultantes du calcul, correſpondoit à quelque cauſe aſſez fixe, pour mériter que j'y euſſe égard.

Les erreurs en excès dans les hauteurs indiquées par les obſervations, correſpondoient aux plus

547. En examinant ce tableau de mes obſervations, je vis que plus le mercure avoit été élevé dans le Baromètre de la plaine, plus auſſi ma règle aſſignoit de hauteur aux ſtations dans leſquelles j'avois obſervé. La liaiſon que je

ouvai entre ces deux différences, attira d'a-ɔrd mon attention, & je ne tardai pas à en ɛ̀couvrir la cauſe.

grandes hauteurs abſolues du Baromètre.

548. Quand la hauteur du Baromètre aug-ente dans un même lieu, c'eſt une preuve ıe l'*air* y pèſe d'avantage; ce qui ne peut faire ſans une augmentation dans ſa *denſité*, ı lieu de l'obſervation. Or ſi la *denſité* de *ɩir* varie dans un même lieu, indépendamment ɘs effets de la chaleur, la différence de hauteur u mercure dans deux Baromètres différem-ıent élevés, doit néceſſairement changer auſſi, uiſque c'eſt du poids de la colonne d'*air* in-ɛrceptée par les deux ſtations, que réſulte différence de hauteur du mercure. Il ſuit e-là que les mêmes *hauteurs* verticales ne euvent correſpondre aux mêmes abbaiſſemens u mercure, au-deſſous de ſa hauteur obſervée ans un certain lieu, que lorſque cette hauteur bſervée eſt la même; puiſque, par les chan-emens de *denſité* de l'*air* dans un même lieu, ne *ligne* de mercure y eſt ſoutenue par des olonnes d'*air* plus ou moins denſes, & par onſéquent différemment *hautes*. Ainſi les hau-ɛurs verticales correſpondantes aux abbaiſſe-ıens du mercure de *ligne* en *ligne*, doivent tre diminuées, à meſure que la hauteur *ab-ſlue* du mercure augmente dans le Baromètre, t réciproquement.

Plus l'air eſt denſe, moins un abbaiſſement donne dans le Baromètre indique de hauteur.

Je me déterminai donc à changer dans mes alculs les termes de la progreſſion harmo-ique, en raiſon inverſe des changemens de auteur du mercure dans le Baromètre de la laine; ce que j'exécutai fort aiſément, par

Changement qu'exige ce principe dans le calcul des abbaiſſemens du mercure.

la nature de ma table, qu'il convient de rappeler ici.

Manière de faire ce changement.

549. Mon *commun dividende*, pour une certaine température de l'*air*, étoit 25390. Le premier terme de ma progression fut le quotient de la division de ce nombre, par 336 *lignes* ou 28 *pouces*; les termes suivans étoient formés en ôtant successivement l'unité du diviseur; ce qui les faisoit croître en progression harmonique. Pour exécuter mon idée, je mis dans une colonne, à côté des termes de ma progression, les *diviseurs* qui les avoient formés, de la manière suivante.

Dividende commun 25390.

Diviseurs ou Hauteurs *du mercure dans le Baromètre.*	*Quotiens ou* Hau. *des colonnes d'air exprimées en* Pieds.	*Différences des* Quotiens.
28 *Pou.* = 336 *lig.*		*P.*
335	*Pieds* 75, 57	0, 22
334	75, 79	0, 23
333	76, 02	0, 23
332	76, 25	0, 23
331	76, 48	0, 23
330	76, 71	0, 23
329	76, 94	0, 23
328	77, 17	0, 24
327	77, 41	0, 24
326	77, 65	0, 24
325	77, 89	0, 24
324	78, 13	0, 24
	78, 37	

 La manière d'appliquer cette Table au calc

:s différences de hauteur du mercure dans le aromètre, confiftoit à prendre, dans chaque ıs, la fomme des *quotiens* ou des termes de la 'ogreffion harmonique, compris entre les *di-feurs* convenables au cas, qui étoient les ıuteurs du mercure aux deux ftations. Par ɛemple, lorfque le Baromètre de la plaine étoit tenu à 27 *pouces* ou 324 *lignes*, & que différence entre celui-ci & celui de la mon-gne avoit été de 10 *lignes*, je prenois les dix :rmes de ma progreffion, compris entre les *vifeurs* 324 & 314. Si la hauteur du Baro-ètre de la plaine avoit été 27 *pouces* 6 *lignes*, ı 330 *lignes*; quoique la différence entre lui-ci & celui de la montagne, eut été auffi : 10 *lignes*, comme dans le premier cas, je : prenois pas les mêmes termes de ma pro-effion; mais ceux qui étoient compris entre s *divifeurs* 330 & 320, ce qui me donnoit ıe fomme plus petite, proportionnellement l'augmentation des *divifeurs*, & par confé-ıent à celle de la hauteur *abfolue* du mer-ıre dans le Baromètre, que ces *divifeurs* re-éfentoient. C'eft ainfi que je calculai pour troifième fois toutes les obfervations que vois faites jufqu'alors dans la montagne de :*lève*; & par ce moyen, je vis difparoître la us grande partie des différences que j'avois ɔuvées auparavant.

nière de cal-culer les ab-baiffemens du mercure.

550. On voit, par ce que j'ai dit ci-deffus, ıe les obfervations du Baromètre font d'un age bien plus général & plus facile, qu'on : l'avoit penfé jufqu'à préfent. Car il en ré-lte qu'il n'eft point néceffaire de connoître

Il n'eft pas néceffaire de connoître la hauteur des lieux où l'on obferve au-deffus du ni-

veau de la mer,

la hauteur des lieux où l'on observe, relati-vement au bord de la mer, ni de les comparer à aucun autre. On ne peut assigner aucun premier terme fixe à la progression des densités de l'Atmosphère, ni aucune grandeur constante à ceux qu'on doit employer dans le même lieu. Les hauteurs observées du mercure conduisent à la grandeur des termes, & le nombre en est fixé par la différence trouvée entre ces hauteurs. Ainsi, tout est déterminé par l'observation même.

Nécessité d'avoir des Baromètres qui indiquent uniformément le poids de l'air.

551. On sentira maintenant la raison de ce que j'ai dit ci-devant (498), qu'il est absolument nécessaire de distinguer la hauteur absolue de la colonne de mercure, que le poids de l'Atmosphère peut soutenir, d'avec sa hauteur apparente, c'est-à-dire, modifiée dans le Baromètre par diverses causes. Car, puisque le quotient d'une division augmente à mesure que le diviseur diminue, un Baromètre qui se tient toujours plus bas qu'un autre, conduit à une partie de la *progression*, dont les termes sont plus grands, & par conséquent il indique une *hauteur* plus grande. Cette différence est peu sensible pour de petites élévations ; mais par la nature des progressions harmoniques, elle le devient beaucoup dans la mesure des hautes montagnes.

Pt de rapporter les observations à une température fixe, dans la correction des effets de la

552. Il résulte de cette même considération que dans les corrections à faire sur la hauteur du mercure dans le Baromètre, relativement au dégré de chaleur dont il est affecté, on ne peut se dispenser de convenir d'un terme fixe de chaleur, auquel toutes les observations soient rapportées. Car, si l'on se contentoit de corriger une observation, pour la réduire à ce qu'elle

uroit été par la température du Baromètre observé dans un autre lieu, les hauteurs observées du mercure paroîtroient plus ou moins grandes, suivant la température qu'on rendroit commune aux deux observations, quoique par un même poids de l'Atmosphère; & par cette cause encore, les différences de *hauteurs* des mêmes lieux seroient données plus ou moins grandes par l'observation du Baromètre.

chaleur sur le Barometre.

Il résulte de tout cela qu'une table ou une formule quelconque ne peut devenir générale, si les Baromètres destinés à la mesure des *hauteurs*, ne sont pas construits uniformément; & si les hauteurs observées du mercure ne sont pas réduites à ce qu'elles auroient été, si le mercure restoit à un dégré de chaleur déterminé. C'est par cette raison que je me suis appliqué à développer tous les principes de ma méthode, où l'on trouve ces deux avantages essentiels & presqu'inséparables : l'un de conduire sûrement à l'uniformité, & l'autre d'indiquer le poids réel de l'Atmosphère, pour le lieu & le moment où se fait l'expérience, par la hauteur d'une colonne de mercure, toujours affectée d'un même dégré de chaleur.

Des fondemens de la progression harmonique, & de son accord avec les logarithmes dans la mesure des hauteurs par le Baromètre.

Comparaison de la quatrième formule avec celles de MM. *Bouguer & Scheuchzer.*

553. Me voici parvenu au point où ma règle commençoit à prendre quelque solidité, & à se prêter sans gêne à mes observations; & quoiqu'elle ne fût pas encore exacte, je tenois du moins un fil qui pouvoit me con-

duire assez sûrement dans ce labyrinthe. Je fus alors en état d'examiner quelques - unes des règles qui avoient été proposées avant moi, & je m'attachai particulièrement à celles de MM. *Bouguer* & *Scheuchzer*, par ce que l'usage qu'ils font l'un & l'autre des logarithmes, dont les différences successives suivent une progression harmonique, devoit avoir nécessairement quelque rapport avec ma table, dont les *termes* sont aussi en progression harmonique.

Défaut de celle de M. *Scheuchzer.*

554. J'avois appliqué la méthode de M. *Scheuchzer* à mes premières observations ; & les écarts que j'avois trouvés entre les résultats qu'elle me fournissoit, & les *hauteurs* réelles, m'avoient prévenu contre l'usage des logarithmes pour ces calculs ; je le fus donc contre la règle de M. *Bouguer*, lorsque je la vis pour la première fois. Mais je revins à l'une & à l'autre après la découverte de ma *progression harmonique.* Je reconnus alors dans la règle de M. *Scheuchzer* deux défauts essentiels, qui ne provenoient pas des *logarithmes* eux-mêmes, mais de la manière de les employer. L'un, d'y faire entrer, comme une condition nécessaire, la hauteur du Baromètre au bord de la mer (550); & l'autre, de n'avoir pour fondement de cette règle que deux observations très-imparfaites.

Exposition de la méthode de M. *Bouguer.*

555. La règle de M. *Bouguer*, quoique peu conforme à mes expériences, fixa plus long-tems mon attention; elle me fit songer à l'usage des *logarithmes*, pour calculer les abbaissemens du mercure dans le Baromètre ; ce qui m'épargnoit la peine d'additionner les termes de ma

na *progression harmonique.* Je vais rappeller la règle de M. *Bouguer*, dont j'ai déja fait mention dans la Ire. PARTIE de cet Ouvrage (325 & *suiv.*)

« (*a*) Après avoir fait l'expérience du Ba-
» romètre au bas & au sommet de la monta-
» gne, dont on a mesuré géométriquement la
» hauteur, il n'y a qu'à *prendre la différence*
» des *deux logarithmes des hauteurs du mercure*;
» & si on la compare à la hauteur de la mon-
» tagne mesurée, on trouvera par de simples
» proportions, la hauteur de toutes les autres
» montagnes, sur lesquelles on aura fait éga-
» lement l'expérience du Baromêtre.....

» (*b*) On peut abréger le calcul, quoique
» déja très-court, dans lequel cette pratique
» engage, si on prend la différence des loga-
» rithmes des hauteurs du mercure exprimées
» en lignes, & qu'on ne se serve que des quatre
» premières figures après la caractéristique;
» *il suffira d'en retrancher une trentième partie,*
» *pour avoir la hauteur de la montagne, exprimée*
» *en toises.*

» (*c*) Mais ce qui est très-digne de remar- Exceptions auxquelles il la croit sujette.
» que, & ce qui forme le sujet d'une question,
» que nous nous proposons particulièrement
» d'éclaircir, c'est que la méthode, dans le tems
» meme qu'on lui conserve toute sa généralité,

(*a*) Mémoire de l'Académie Royale des Sciences, année 1753, 8°. pag. 775; 4°. pag. 518.

(*b*) Mémoire de l'Académie Royale des Sciences, année 1753, 8°. pag. 776; 4°. pag. 519.

(*c*) 8°. pag. 777; 4°. pag. 520.

» ne réussit point dans la partie inférieure de la
» *Cordilière;* elle ne réussit point sur toutes les
» autres montagnes de la Zone torride, & nous
» devons ajouter qu'elle a moins de succès en
» Europe, comme l'ont reconnu tous les Phy-
» siciens qui ont examiné cette matière avec
» soin. Plusieurs d'entr'eux ont même, par
» cette raison, tâché de substituer quelqu'autre
» méthode à celle qui est fondée sur les pro-
» priétés des logarithmes. Ces méthodes sont
» connues; elles peuvent avoir l'avantage de
» convenir à certaines régions, & aux mon-
» tagnes dont la hauteur est renfermée en
» certaines limites; mais elles supposent tou-
» tes, que les dilatations de l'air, à différentes
» hauteurs, ne suivent pas une progression
» géométrique, quoiqu'il soit certain, par une
» infinité d'expériences répétées sur le sommet
» des plus hautes montagnes du monde,
» comme au bord de la mer & dans la Zone
» torride, comme dans les Zones tempérées,
» que les élasticités de chaque masse d'air sont
» exactement proportionnelles à ses divers
» dégrés de condensation. Ainsi, de ces deux
» loix, qui paroissent déduites si naturellement
» l'une de l'autre, il résulte une de ces con-
» tradictions, dont on voit encore d'autres
» exemples, lorsqu'on veut appliquer la géo-
» métrie à la physique....

» (*a*) On s'étoit proposé jusqu'à présent
» de trouver immédiatement les hauteurs

(*a*) 8°. pag. 791. 4°. pag. 529.

» abſolues des montagnes, en conſidérant le
» niveau de la mer comme le premier terme.
» Les raiſons que nous venons d'expoſer,
» prouvent qu'il faut prendre néceſſairement
» les choſes en ſens contraire, & partir tou-
» jours des points très-élevés, qui ſoient ſitués
» dans cette région ſupérieure, où l'intenſité
» du reſſort de l'air eſt toujours la même, &
» où la hauteur du mercure eſt en même tems
» moins variable. Il faut remarquer auſſi que
» les circonſtances dans leſquelles nous nous
» ſommes trouvés, nous ont obligés de charger
» nos Baromètres, ſans faire chauffer le mer-
» cure. Lorſquon a donc des expériences faites
» de la même manière ſur les plus hautes mon-
» tagnes de l'Europe, on pourra trouver com-
» bien elles ſont moins élevées que celles de
» la Cordilière du Pérou, & on en inférera
» enſuite la hauteur abſolue ».

Les paſſages du Mémoire de M. *Bouguer*, que je viens de rapporter, ſont ceux qui expriment le plus clairement ſes idées générales ſur la manière d'employer le Baromètre à la meſure des *hauteurs*. J'ai dit précédemment que ſa règle n'eſt pas d'accord avec mes expériences; j'en indiquerai les raiſons dans la ſuite, & je me bornerai, pour le préſent, à montrer comment elle m'a conduit à ſimplifier la mienne.

556. Je remarquai d'abord que *prendre l différence des logarithmes des deux hauteurs du mercure*, c'eſt additionner des termes infiniment nombreux & infiniment petits, d'une progreſſion harmonique; car l'excès du plus grand

Première idée du rapport des logarithmes avec la progreſſion harmonique.

logarithme ſur le plus petit, eſt la ſomme de toutes les différences intermédiaires qui ſuivent cette loi. Je vis auſſi que les hauteurs du mercure ſe trouvant dans la ſuite des nombres naturels, ceux-ci pouvoient repréſenter les *diviſeurs* de ma Table, & par conſéquent me conduire à des termes proportionnels à la hauteur abſolue du Baromètre dans chaque obſervation (549), c'eſt-à-dire, à faire correſpondre une plus grande *hauteur* au même abbaiſſement du mercure, quand la hauteur abſolue du Baromètre avoit été moindre, quoique dans le même lieu, & réciproquement.

Défaut de la règle de M. Bouguer.

557. Il ne s'agiſſoit donc plus que de réduire à une meſure connue cette différence des logarithmes. On a vu quelle eſt à ce ſujet la règle de M. *Bouguer*, pour toute *température* de l'air, mais ſeulement pour le haut de la *cordilière*; au-lieu que la règle doit être la même pour tous les lieux, & varier ſuivant la température.

Il la généraliſe pour les températures & non pour les lieux; & ce doit être le contraire.

Pour la rendre d'autant plus commode, ayant vu qu'on pouvoit trouver une *température* par laquelle les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure donneroient les *hauteurs* en *millièmes de toiſe*, je dirigeai vers ce but mes recherches ultérieures.

J'expoſerai ci-après les moyens que j'ai employés pour découvrir quel eſt ce dégré fixe de chaleur; mais auparavant, je crois devoir montrer l'accord de ma première méthode avec l'uſage des logarithmes, parce qu'en certains cas cette méthode peut devenir utile,

& que d'ailleurs les détails élémenraires dans lesquels j'entrerai à cette occasion, contribueront à rendre tout ce qui me reste à dire sur ce sujet, plus intelligible pour bien des Lecteurs.

558. Pour rendre cet accord des deux méthodes, & les méthodes elles-mêmes plus intelligibles, je crois devoir démontrer qu'elles découlent d'un principe commun & prouvé par l'expérience, savoir : *que les condensations de l'air sont proportionnelles au poids dont il est chargé* (243). Je commencerai d'abord par la progression harmonique, & je ferai voir l'origine du *dividende commun* dont j'ai parlé ci-devant (544).

Démonstration de l'accord des logarithmes avec la progression harmonique.

Principe fondamental : *les condensations de l'air sont proportionnelles aux poids, dont il est chargé.*

Détails élémentaires sur la loi des condensations de l'air.

559. Les *condensations de l'air* étant *proportionnelles au poids qui le charge*, ses *dilatations* doivent être *en raison inverse de ce poids*; c'est ce qui est encore prouvé par l'expérience (244). Par conséquent, une couche d'air, qui renferme toujours la même quantité de particules, doit occuper dans l'Atmosphère, des espaces inversement proportionnels aux poids dont elle est chargée.

Donc les *dilatations sont en raison inverse des poids.*

560. Quand le Baromètre est à 29 *pouces*, ou 348 *lignes*, nous pouvons considérer toute la colonne d'air qui pèse sur lui, comme divisée en 348 *tranches* de poids égal & équivalent à une *ligne* du mercure. Ces *tranches* seront suivant notre principe, d'épaisseur inégale;

Division des colonnes d'air en *tranches* de poids égal, & par conséquent d'inégale épaisseur.

car leur dilatation augmentant de bas en-haut, proportionnellement à la diminution du poids qui les charge, leur épaiſſeur doit augmenter dans la même proportion.

L'épaiſſeur de la tranche inférieure étant connue, trouver celle des autres tranches.

561. J'ai trouvé par l'expérience, qu'à une certaine température de l'air, l'épaiſſeur de la *tranche* la plus baſſe, quand le Baromètre eſt à 29 pouces ou 348 *lignes*, eſt 12,497 *millièmes de toiſe*. On verra dans la ſuite pourquoi je me ſers de cette expreſſion (575).

L'épaiſſeur de cette première *tranche* étant connue, pour trouver celle de toutes les autres, on peut les conſidérer de l'une de ces deux manières : ou comme *ne peſant point par elles-mêmes*, c'eſt-à-dire, comme ſi leur denſité étoit par-tout égale à celle de leur partie ſupérieure ; ou comme *chargées également de leur propre poids*, c'eſt-à-dire, comme ſi leur denſité étoit par-tout égale à la denſité de leurs parties inférieures.

Première méthode, en conſidérant les tranches comme ne peſant point ſur elles-mêmes.

562. Dans le premier cas, que je vais conſidérer, la 348^{ne}. *tranche*, dont l'épaiſſeur eſt 12, 497 *toiſes*, n'eſt chargée que du poids de 347 *tranches*. Et puiſque les épaiſſeurs de ces *tranches* de même poids ſont en raiſon inverſe des poids qui les compriment, & que ces poids ſont comme les nombres des *tranches* ſupérieures, il en réſulte que *les épaiſſeurs des tranches, en montant, ſont en raiſon inverſe du nombre des* tranches *qui reſtent au-deſſus d'elles*. Ainſi, pour trouver l'épaiſſeur d'une *tranche* quelconque, il faudra procéder par cette analogie.

Analogie.

Comme *a* (nombre des *tranches* qui reſtent

au-dessus de celles dont on cherche l'épaisseur, lequel nombre est égal à la hauteur du mercure au bas de cette *tranche* exprimée en *lignes*, moins une *ligne*), est à 347 (nombre des *tranches* qui pèsent sur la 348me. ou la plus basse ;) ainsi 12, 497 *toises*, (épaisseur trouvée de la 348me. *tranche*), est à x (épaisseur en *toises* de la *tranche* donnée).

Les termes moyens ne changeront jamais, quelles que soient les valeurs de a ; c'est ce qui résulte évidemment de la nature de cette analogie, qui, par conséquent, se réduit à cette formule constante $\frac{347 \times 12,497}{a} = x$, ou $\frac{4336,459}{a} = x$. Formule.

Le *dividende* 4336, 459 est donc constant; c'est celui que j'ai appellé *dividende commun*. De plus, les valeurs de a, qui sont les *diviseurs*, étant en *progression arithmétique*, les *quotiens*, qui exprimeront les épaisseurs successives des *tranches*, seront en *progression harmonique*. Et comme le poids de chaque *tranche* est égal à celui d'une *ligne* de mercure dans le Baromètre, les différences de hauteur du mercure indiqueront le nombre des *tranches* interceptées entre deux stations où l'on a observé le baromètre.

Origine du *dividende commun*.

Et de la progression harmonique.

Ainsi, pour avoir la différence de hauteur d'une station où le Baromètre s'est tenu à 348 *lignes*, d'avec celle d'une autre station où il étoit à 344 *lignes*, il faudra diviser le *dividende commun*, d'abord par $348 - 1 = 347$, & ensuite par 346, 345, 344. Les quotiens Exemple.

feront en *progreſſion harmonique*, & leur ſomme donnera en *toiſes* la différence de *hauteur* des deux ſtations.

Défaut de cette premiere maniere de conſidérer les *tranches*.

563. Ce moyen de trouver l'épaiſſeur de chaque *tranche* d'air feroit exact, ſi l'abſtraction qu'on fait du poids des *tranches* ſur elles-mêmes avoit ſur toutes les *tranches* une influence proportionnelle à leur épaiſſeur. Mais je vais montrer que cela n'eſt pas.

Toutes les *tranches* que nous avons conſidérées dans l'Atmoſphère, ſont de même poids, quoique différemment condenſées; leur condenſation eſt proportionnelle au poids qui les charge, Les parties ſupérieures de la *tranche* la plus baſſe ſont comprimées par le poids de 347 *tranches*; mais ſes parties inférieures le ſont outre cela par le poids des parties ſupérieures de la même *tranche*. Par exemple, la moitié inférieure de la 348me. *tranche*, ou de la plus baſſe, eſt chargée du poids de 347½ *tranches*, tandis que ſa moitié ſupérieure n'en ſupporte que 347. Ainſi, ne conſidérant la différence de denſité dans les *tranches* mêmes, que d'une moitié à l'autre, & faiſant toujours la denſité de chaque moitié égale à la denſité de ſa partie ſupérieure, la denſité de la moitié inférieure de la *tranche* la plus baſſe ſera à celle de ſa moitié ſupérieure, comme 347½ à 347, ou comme 695 à 694.

Prenons maintenant un autre tranche, la 191re., par exemple, qui eſt la plus élevée où l'on ait monté (581). En ne conſidérant les diminutions de denſité que de *tranche* en *tranche*, & en procédant par cette première métho-

de, qui suppose la densité commune de chaque *tranche* égale à celle de sa partie supérieure; nous ne considérerons cette 191me. *tranche*, que comme chargée du poids des 190 qui reposent sur elle. Cependant sa moitié inférieure supporte de plus sa moitié supérieure; & par cette raison, la densité de la moitié inférieure est à la densité de la moitié supérieure, comme $190\frac{1}{2}$ à 190, ou comme 381 à 380. Mais dans la *tranche* la plus basse, ces densités sont comme 695 à 694. Donc la densité augmente plus de la moitié supérieure à la moitié inférieure dans les *tranches* plus élevées, que dans les plus basses.

En formant la progression harmonique de la manière que j'examine, où l'on n'a égard qu'à la densité des parties supérieures des *tranches*, on considère le rapport des densités des parties supérieures aux parties inférieures de chaque tranche, comme étant le même dans toutes les *tranches*: & l'exemple que je viens de donner, montre que par cette méthode on néglige plus de la densité réelle des tranches, à mesure qu'elles sont plus élevées. Donc la densité moyenne de chaque *tranche* (de poids égal) diminue réellement moins en montant, que ne l'indique cette méthode: & par conséquent leur épaisseur augmente moins aussi. Donc en employant cette méthode pour le calcul des abbaissemens du Baromètre, on trouvera les *hauteurs* trop grandes. Pour rendre plus sensible la vérité de cette dernière conséquence, je vais appliquer à l'*épaisseur* des tranches le même exemple que j'ai pris pour les *densités*.

Elle donne les hauteurs trop grandes.

Exemple. 564. Le *dividende commun* eſt 4336, 459, qui, diviſé par 347, nombre des *tranches* qui pèſent ſur *la plus baſſe*, donne pour l'épaiſſeur de celle-ci 12,497 *toiſes*. En diviſant auſſi le même nombre par 190, nombre des *tranches* qui pèſent ſur la 191$^{me.}$, on trouvera pour ſon épaiſſeur 22, 823 *toiſes*.

Maintenant, prenons la hauteur du Baromètre de ½ *ligne* en ½ *ligne*; & par cette raiſon partageons auſſi les *tranches* en deux parties de poids égal. Pour avoir dans ce cas l'épaiſſeur totale de la 348$^{me.}$ *tranche*, il faudra diviſer 4336,459 par 695 & 694 *demi-lignes*; & la ſomme des deux quotiens donnera l'épaiſſeur de la *tranche*. Cette ſomme eſt 12, 489, plus petite de 0, 008 *toiſes* que nous ne l'avions trouvée par le premier calcul. Pour faire la même opération ſur la 191$^{me.}$ *tranche*, on diviſera le même nombre 4336, 459, par 381 380 *demi-lignes*. La ſomme des quotiens ſera 22,794 *toiſes*, plus petite de 0, 029 *toiſes* que l'épaiſſeur trouvée en prenant les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne*. Mais une différence de 0, 029, eſt plus grande comparativement à 22, 823, qu'une différence de 0,008, comparativement à 12, 497. Donc, en rendant la *progreſſion harmonique* plus exacte par la ſubdiviſion de ſes termes, on retranche proportionnellement un peu plus des *tranches* ſupérieures, que des *tranches* inférieures. Donc l'épaiſſeur des *tranches* d'air de poids égal augmente réellement un peu moins en montant, que ne l'indique la *progreſſion harmonique*, employée ſuivant cette première méthode.

Donc par cette méthode, on trouvera les *hauteurs* un peu trop grandes.

565. La seconde manière d'employer la progression harmonique, est celle dont je me suis servi (549) : elle consiste à prendre pour le *dividende commun* le produit de la plus grande hauteur du Baromètre, ou 348 *lignes*, par l'epaisseur de la *tranche* la plus basse. Dans ce second cas, le premier diviseur doit être, non la hauteur observée du Baromètre *moins une ligne*, comme dans le cas précédent, mais la hauteur elle-même. Cette méthode est plus commode que la première, parce qu'elle n'exige pas cette soustraction d'une *ligne*. Elle a d'ailleurs sensiblement le même dégré d'exactitude. La seule différence des deux méthodes consiste en ce que celle-ci produit en moins, à-peu-près la même erreur que la premiète produit en plus. En voici la raison. IIe. Méthode : en considérant les *tranches* comme chargées également de leur propre poids dans toute leur épaisseur.

Dans la première méthode, on fait abstraction du poids de chaque *tranche* sur elle-même, c'est-à-dire, que l'on considère la densité de chaque *tranche*, comme étant égale à la densité de sa partie supérieure : c'est ce qui produit l'erreur en *excès* de *hauteur* : comme je viens de le montrer. Dans cette seconde méthode, où l'on prend toute la hauteur du mercure observée au lieu le plus bas pour premier diviseur, on considère au contraire chaque *tranche* comme chargée par-tout également de son propre poids, c'est-à-dire, qu'on fait sa densité par-tout égale à la densité de sa partie inférieure : ce qui produit une erreur en *défaut*; parce qu'ici, comme dans le cas précédent,

la différence de la ſuppoſition à la réalité, quant à la denſité des *tranches*, ne conſerve pas le même rapport dans chaque *tranche* : la différence de la denſité ſupérieure à la denſité inférieure de chaque *tranche*, devient plus grande, à meſure que les *tranches* ſont plus élevées.

Ainſi, par exemple, dans la *tranche* la plus baſſe, la $348^{me.}$, la denſité de la moitié ſupérieure eſt à celle de la moitié inférieure comme 695 à 696, c'eſt-à-dire comme $347\frac{1}{2}$ à 348 : tandis que dans la $191^{me.}$ le rapport de ces denſités, eſt comme 381 à 382 ($190\frac{1}{2}$ à 191). Donc l'augmentation de dilatation des moitiés ſupérieures des *tranches*, comparées aux moitiés inférieures, eſt plus grande dans les *tranches* plus élevées, que dans les *tranches* plus baſſes. Donc, à meſure qu'on s'élève, les *tranches* de poids égal doivent occuper plus d'eſpace que ne l'indique cette ſeconde manière d'employer la *progreſſion harmonique*. Donc, en calculant ainſi les abbaiſſemens du mercure, ou trouvera les hauteurs des lieux moins grandes qu'elles ne le feront réellement.

Elle ne donne pas les hauteurs aſſez grandes.

Je pourrois éclaircir cette démonſtration par un exemple, comme je l'ai fait dans l'examen de la première méthode ; mais cette explication eſt ſi facile que je crois devoir la ſupprimer.

Autre manière de démontrer la différence des deux méthodes.

566. Maintenant que j'ai fait voir la cauſe phyſique qui produit la différence des deux manières d'employer la *progreſſion harmonique*, je vais montrer d'une manière générale, comment cette différence influe ſur les réſultats du calcul. Le *dividende commun* eſt dans la pre-

mière méthode 12, 497 X 347 = 4336, 459; c'eſt le produit de l'épaiſſeur de la *tranche* la plus baſſe, par la hauteur du mercure au bas de cette *tranche*, *moins une ligne*, ou moins le poids de cette *tranche*. Dans la ſeconde le *dividende commun* eſt 12, 497 X 348 = 4348, 956; ici tout le poids de la *tranche* la plus baſſe eſt compté. Malgré cette différence dans les *dividendes*, le premier terme eſt le même dans les *progreſſions harmoniques* qui réſultent des deux méthodes : car $\frac{4336,459}{347}$, ſoit le premier terme de la première *progreſſion*, il eſt évidemment le même que $\frac{4348,956}{348}$, premier terme de la ſeconde ; chacun de ces termes étant égal à 12, 497. Mais il n'en eſt pas de même des autres termes : car, par exemple, $\frac{4336,459}{190}$ qui eſt le $158^{\text{ème}}$ terme (348—190) de la Iere. *progreſſion*, eſt plus grand que $\frac{4348,956}{191}$ qui eſt le terme correſpondant dans la ſeconde ; la différence eſt de $\frac{10,326}{191}$.

Ainſi les termes de la première *progreſſion* croîſſent plus que ceux de la ſeconde, & l'on voit que cette différence provient de ce que les diviſeurs de l'une & de l'autre, décroîſſant

successivement de l'unité, cette diminution est proportionnellement plus grande dans la première progression, dont les diviseurs correspondans à ceux de la seconde, sont toujours plus petits que ceux-ci, de l'unité. Car les diviseurs décroîssant proportionnellement plus dans la première que dans la seconde, les quotiens doivent croître proportionnellement plus. On voit aussi que cette différence des deux *progressions* doit aller toujours en augmentant à mesure qu'on s'éloigne du premier terme, parce que la différence de l'unité entre les diviseurs correspondans dans les deux *progressions*, devient proportionnellement plus grande à mesure que les diviseurs deviennent plus petits. Voilà pourquoi la première progression donne les *hauteurs* plus grandes que la seconde. Et en supposant que le premier terme, qui leur est commun, est exact; les vraies *hauteurs* sont à-peu-près intermédiaires.

On peut voir encore pourquoi en subdivisant les termes de ces progressions, leurs sommes se rapprochent entr'elles & des vraies *hauteurs*, comme je l'ai montré par un exemple (564). Dans la première méthode, on s'approche du vrai, c'est-à-dire, on diminue la somme de la progression, en subdivisant les termes; parce que les valeurs des diviseurs substitués deviennent plus grandes que les diviseurs primitifs. Par exemple (564), la valeur de $\frac{\frac{381}{2}+\frac{380}{2}}{2}$ est $190\frac{1}{4}$, qui se trouve substitué à 190; ainsi

les quotiens diminuent. Dans la seconde méthode, au contraire, les diviseurs deviennent plus petits; car (565), la valeur de $\frac{\frac{381}{2}+\frac{382}{2}}{2}$ est $190\frac{3}{4}$, qui est substitué à 191; les quotiens augmentent donc, & par conséquent la somme de la *progression* augmente, en subdivisant ses termes.

On trouvera aussi que cette diffétence en *plus* ou en *moins*, entre les diviseurs substitués & les diviseurs primitifs, doit augmenter dans les deux *progressions*, tant en s'éloignant du premier terme, qu'en subdivisant toujours plus chaque terme. Mais les différences qui proviennent de ces deux causes, ne suivent pas la même loi. Les premières, celles qui proviennent de la distance du premier terme, vont toujours en croîssant à mesure que les diviseurs substitués aux diviseurs primitifs deviendroient plus nombreux; au-lieu que les différences qui proviennent de la plus grande subdivision des mêmes termes, vont toujours en diminuant.

567. De tout ce que j'ai dit de la différence de ces deux méthodes, & sur-tout de la cause physique de cette différence (564, 565), il résulte que l'erreur en excès de la première méthode, & l'erreur en défaut de la seconde, disparoîtroient, en réduisant la *progression harmonique* à des termes infiniment petits, de même qu'infiniment nombreux; parce que des *tranches* infiniment minces, pesant infiniment

Les défaurs opposés des deux méthodes disparoîtroient, si l'on rendoit les termes de la progression harmonique infiniment nombreux &

proportionnellement petits. peu par elles-mêmes, les erreurs, tant en excès qu'en défaut, occasionnées par ce poids, considéré des deux manières, seroient toujours infiniment petites. Voilà ce qu'on obtient par l'usage des logarithmes, comme je vais le démontrer.

C'est à quoi l'on parvient par l'usage des logarithmes.

Fondement de cet usage.

568. Nous avons trouvé la *progression harmonique*, en considérant l'Atmosphère comme divisée en des *tranches* d'*égal poids* ; considérons-la maintenant comme divisée en *tranches* d'*égale épaisseur*, & faisons chacune de ces *tranches* égale à la plus basse, qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, quand le Baromètre est à 348 *lignes*. L'épaisseur de chacune de ces *tranches*, sera donc 12, 497 *toises*.

Division des colonnes d'air en tranches d'épaisseur égale.

Le poids de chaque *tranche* est évidemment proportionnel à sa *densité*, & réciproquement sa *densité* est proportionnelle à son poids. Il suit de ce principe, que la *densité* de ces *tranches* d'égale épaisseur décroîtra de bas en-haut, suivant une progression géométrique ; c'est ce que je démontrerai bientôt (571). Je ne le dis ici que pour faire remarquer d'entrée, que dans cette manière de considérer l'Atmosphère, la différence de *densité* des parties des *tranches* ne peut produire aucune erreur, parce qu'elle suit la même proportion dans chaque *tranche*. Car si les densités des *tranches* d'égale épaisseur sont en progression géométrique ; elles le seront toujours, quelle que soit cette épaisseur des *tranches*, & par conséquent quelle que soit la subdivision des *tranches* primitives. Ainsi, par exemple, la densité moyenne de la

Avantage de cette manière de considérer les tranches.

la moitié inférieure aura, dans toutes les *tranches*, le même rapport avec la densité moyenne de la moitié supérieure. En un mot, ce seront les densités moyennes qui seront en progression géométrique. Mais il faut prouver qu'elles le sont.

569. Pour trouver quelle loi doivent suivre les hauteurs du mercure, correspondantes à cette division de l'Atmosphère en *tranches* d'égale épaisseur, il faut chercher quel est le rapport qu'ont entr'eux les poids qui chargent chacune des *tranches*, parce que les hauteurs du mercure représentent ces poids. Soit donc:

Recherche de la progression que suivent les densités des tranches d'égale épaisseur.

A Le *poids* total de l'Atmosphère = 348 *lignes* de mercure:

B Le *poids* qui pèse sur la *tranche* la plus basse, que je nommerai *première*, = 347 *lignes*:

C Le *poids* cherché, qui pèse sur la seconde *tranche*:

D Celui qui pèse sur la troisième, &c.

Le *poids* de chaque *tranche* est le *poids* total de la colonne dont elle est la base, moins celui de la colonne qui pèse sur elle; ainsi:

A — B Est le *poids* de la *tranche* la plus basse ou *première*:

B — C Est celui de la *seconde*:

C — D Est celui de la *troisième*, &c.

Le poids de chacune de ces *tranches* (de même épaisseur), est proportionnel à leur *densité*, & leur *densité* est proportionnelle au *poids* qui les comprime; c'est-là le principe

(558). Donc le *poids* de chaque *tranche* eſt proportionnel au *poids* qui la comprime. Ainſi :

A — B *Poids* de la *première tranche*,
Eſt à B *Poids* qui comprime cette *première tranche* ;
Comme B — C *Poids* de la *ſeconde tranche*,
Eſt à C *Poids* qui la comprime.
Et de même B — C : C : : C — D : D.
Donc A : B : : B : C, & B : C : : C : D.

Les hauteurs du Baromètre obſervé dans chacune de ces tranches ſucceſſivement, ſeront en progreſſion géométrique.

Donc les *poids* A, B, C, D, &c., ſont en proportion continue ; donc ils ſont en progreſſion géométrique. Or les hauteurs du mercure dans le Baromètre ſont proportionnelles au *poids* de l'air dans les lieux où il eſt placé. Donc, ſi l'on obſervoit le Baromètre entre chacune de nos *tranches*, depuis le bas de l'Atmoſphère, ſes hauteurs ſeroient proportionnelles aux *poids* A, B, C, D, &c. : elles ſeroient donc en progreſſion géométrique. Et

Expoſant de cette progreſſion, quand les hauteurs du mercure ſont priſes en *lignes*.

puiſque A = 348 *lignes* de mercure, & B = 347, ſont des termes d'une progreſſion géométrique décroîſſante ; l'expoſant de cette progreſſion ſera $\frac{347}{348}$, & nous aurons C = $346\frac{1}{348}$,

D = $345 \frac{2\frac{347}{348}}{348} = 345 \frac{1043}{121104}$. De plus, comme les *tranches*, compriſes entre les points où cette ſuite de hauteurs du mercure ſeroit obſervée, ſont d'égale épaiſſeur, les ſommes des épaiſſeurs de ces tranches, ou les *hauteurs*

des colonnes d'air qui en ſeroient ſucceſſivement formées, ſeroient en progreſſion arithmétique.

On pourroit donc former une Table des *hauteurs* des colonnes d'air correſpondantes aux abbaiſſemens du mercure dans le Baromètre depuis le bas de l'Atmoſphère, ou depuis la plus grande hauteur du mercure dans le Baromètre, de la manière ſuivante.

570

Hauteurs des colon. d'air en *toiſes.*	*Hauteurs* du mercure en *lignes.*	*Denſités* des *tranches* d'air d'épaiſſeur égale, exprimées par les différences de hauteur du mercure dans le Baromètre, ou par les *poids* des *tranches*, proportionnels à leurs *denſités.*
0,000	348	
		ligne 1,
12,497	347	
24,994	$346\frac{1}{348}$	$0,\frac{347}{348}$
37,491	$345\frac{1043}{121104}$	$0,\frac{120409}{121104}$

Table des hauteurs de l'air, correſpondantes aux hauteurs du mercure.

571. Les nombres de la troiſième colonne étant les différences des termes de la progreſſion géométrique des hauteurs du mercure, ſont eux-mêmes en progreſſion géométrique, dont l'*expoſant* eſt auſſi $\frac{347}{348}$. Donc les *denſités* des couches d'air d'égale épaiſſeur, repréſentées par ces nombres, décroîſſent de bas en-haut en progreſſion géométrique.

La *denſité* des couches d'air d'égale épaiſſeur décroît de bas en-haut en progreſſion géométrique.

On prolongeroit cette Table à volonté, en faisant que chacun des termes de la progression géométrique des hauteurs du mercure, fût les $\frac{147}{148}$ du précédent, & en augmentant successivement de 12, 497 ceux de la progression arithmétique des *hauteurs* dans l'Atmosphère.

Incommodité de la table précédente.

572. Cette Table, quoique très-exacte, seroit fort incommode à cause des fractions, dont les hauteurs du mercure seroient accompagnées. Mais on pourroit se délivrer de ces fractions, & représenter les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne*, en prenant des *moyens proprortionnels* géométriques, entre les termes de la progression des hauteurs du mercure; entre ces premiers *moyens proportionnels* géométriques, on en prendroit des seconds: entre ceux-ci des troisièmes, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on fût parvenu à trouver entre ces premiers termes, des *moyens proportionnels* géométriques, qui fussent sans fraction, & qui diminuassent successivement de l'unité. En faisant ces opérations sur les hauteurs du mercure, il faudroit en faire de correspondantes sur les *hauteurs* de l'atmosphère, en prenant autant de *moyens proportionnels* arithmétiques, qu'on en auroit pris de géométriques. Par ces doubles opérations, chaque *moyen proporionnel* arithmétique indiqueroit toujours la *hauteur* de l'air, correspondante à la hauteur du mercure, exprimée par le *moyen proportionnel* géométrique correspondant.

Moyen de la rendre plus commode.

On auroit ainsi une table très commode; car dans une de ses colonnes les hauteurs du mercure décroîtroient de *ligne* en *ligne*; & on

trouveroit dans l'autre colonne les vraies *hauteurs* de l'air correfpondantes à ces abbaiffemens (*a*). Et quoique les nombres de la première de ces colonnes devinffent, par cette opération, les termes d'une progreffion arithmétique : ces termes feroient cependant toujours en progreffion géométrique, rélativement aux termes de l'autre colonne, qui feroient en progreffion arithmétique.

573. Mais il eft difficile de fe faire une jufte idée du travail immenfe qu'exigeroit une pareille opération, par le nombre prodigieux de moyens proportionnels géométriques, qu'il faudroit trouver, avant d'être parvenu à ceux qui exprimeroient les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne*, à quoi il faudroit ajouter un nombre égal de moyens proportionnels arithmétiques, correfpondans aux premiers. Travail immenfe qu'exigeroit ce moyen.

574. Faut-il donc entreprendre un auffi grand travail, ou renoncer à l'avantage qu'il annonce ? On y renonceroit fans doute, fi le travail étoit à faire ; mais il eft fait : *Neper*, en inventant les *logarithmes*, a prevenu nos defirs, bien avant qu'on fongeât à mefurer les hauteurs par le Baromètre. Il eft exécuté par la table des logarithmes vulgaires.

575. Si nous examinons la table des *logarithmes* vulgaires, nous trouverons qu'elle a toutes les conditions que nous cherchions dans la nôtre ; car 1°. cette Table a été formée en Démonftration.

(*a*) Je crois devoir rappeller ici que je fuppofe toujours une certaine température de l'air générale & conftante : on verra dans la fuite quels font les changemens qu'exigent fes variations.

prenant des moyens proportionnels géométriques entre les termes de la progreſſion géométrique décuple, juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à la ſuite des nombres naturels, auprès deſquels on a placé les moyens proportionnels arithmétiques correſpondans, pris entre les termes de la progreſſion arithmétique des nombres naturels depuis zéro, ſuivis d'un certain nombre de zéros égal dans tous les termes: ce ſont ces moyens proportionnels arithmétiques qui ont été appellés les *logarithmes* des moyens proportionnels géométriques correſpondans.

2°. Par cette conſtruction, en prenant dans la colonne des nombre naturels des termes qui ſoient en progreſſion géométrique, les *logarithmes* correſpondans à ces termes ſont en progreſſion arithmétique: & les différences des *logarithmes* de deux termes quelconques d'une progreſſion géométrique, quelle qu'elle ſoit, donnent la ſomme des différences égales des termes intermédiaires correſpondans d'une progreſſion arithmétique. Mais les différences de hauteur de l'air correſpondantes aux différences de hauteur du mercure, ſont auſſi égales, quand les hauteurs du mercure ſont priſes en progreſſion géométrique (569). Donc les différences de hauteur de l'air (ou les *hauteurs* des colonnes meſurées) ſuivent la même loi que les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure, & par conſéquent leur ſont proportionnelles.

3°. La ſuite des nombres naturels depuis 1 à 348 peut être priſe pour la ſuite des hauteurs,

du mercure dans le Baromètre, exprimées en *lignes* ; & les différences des *logarithmes* de ces nombres seront toujours proportionnelles aux différences des *hauteurs* de l'air, correspondantes aux différences de hauteur du mercure.

4°. Dans les Tables des *logarithmes* vulgaires, dont il s'agit ici, la différence des *logarithmes* de 347 & 348 est 12,497. Or, j'ai trouvé, par l'expérience, que, par une certaine température, l'épaisseur de la couche d'air interceptée par deux stations, à l'une desquelles le mercure se tiendroit dans le Baromètre à 348 *lignes*, tandis qu'à l'autre il ne se tiendroit qu'à 347 ; que cette épaisseur, dis-je, est 12,497 *toises* ; &, par ce qui précède, le même rapport règne entre toutes les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure, & les épaisseurs des couches d'air.

576. Donc, *par une température déterminée, les différences des logarithmes des hauteurs du mercure donnent immédiatement en millièmes de toise, la différence de hauteur des lieux où l'on a observé le Baromètre.* Conséquence générale : usage des logarithmes pour calculer les observations du Baromètre.

577. J'aurois pu démontrer plus généralement les principes & la différence des deux méthodes que j'ai employées pour calculer les différences de hauteur du mercure, en les faisant découler des propriétés de l'hyperbole entre ses asymptotes. On auroit vu 1°. l'origine du *dividende commun* de la progression harmonique dans l'égalité de surface des rectangles formés par les *ordonnées* sur les *abscisses*, ces surfaces étant le produit des *abscisses* Le rapport de la progression harmonique avec les logarithmes découle des propriétés de l'hyperbole.

par les *ordonnées*, comme le *dividende commun* est le produit, constamment le même, des poids supérieurs par les densités sous ces poids, ou des hauteurs du mercure par l'épaisseur de la *tranche* qui repose immédiatement sur le lieu de l'observation. 2°. Que calculer les observations du Baromètre de cette manière, c'est mettre bout à bout les *ordonnées* élevées à l'extrémité de chacune des *abscisses* correspondantes aux hauteurs du mercure de *ligne* en *ligne*, entre les deux stations où le Baromètre a été observé. 3°. Que dans la première façon d'employer la progression harmonique, on fait l'épaisseur de la *première tranche* proportionnelle à la dilatation de l'air sur la bâse de la *seconde tranche*, c'est-à-dire à *l'ordonnée* de 347 *lignes*; & que dans la seconde manière on fait cette épaisseur proportionnelle à la dilatation de l'air sur la bâse de la *première tranche*; c'est-à-dire, à l'*ordonnée* de 348 *lignes*. Tandis que généralement l'épaisseur de cette *première tranche*, ainsi que les épaisseurs de toutes les autres *tranches*, doivent être proportionnelles aux dilatations moyennes des *tranches*, c'est-à-dire, aux *aires* comprises entre les *ordonnées* successivement élevées sur les *abscisses* qui représentent la suite des hauteurs du mercure. 4°. Qu'ainsi dans le premier cas, on prend pour la suite des épaisseurs des *tranches* d'air égales en poids, une suite d'*ordonnées* qui deviennent de plus en plus trop grandes, relativement aux *aires* comprises entre les *ordonnées*; & que par cette raison, on trouve des hauteurs trop grandes : que

dans le ſecond cas, on prend au contraire pour la ſuite des épaiſſeurs des *tranches* d'air, une ſuite d'*ordonnées* qui deviennent de plus en plus trop petites, relativement aux mêmes *aires*. 5°. Que plus on ſubdiviſera les hauteurs du mercure, c'eſt-à-dire, plus on augmentera les nombres des termes de la progreſſion harmonique, en les faiſant proportionnellement plus petits; moins il y aura de différence abſolue entre les *ordonnées* correſpondantes aux parties de la hauteur du mercure, & des lignes qui ſeroient proportionnelles aux *aires* compriſes entre ces *ordonnées*; tellement que, quand on conſidéreroit les termes de la progreſſion harmonique comme infiniment nombreux, c'eſt-à-dire, les diſtances entre les *ordonnées* comme infiniment petites, les erreurs tant en excès qu'en défaut diſparoîtroient.

Enfin, j'aurois pu démontrer généralement par cette voie, qu'en employant les *logarithmes* au calcul des abbaiſſemens du mercure, on fait réellement l'épaiſſeur des *tranches* proportionnelle à leur dilation moyenne, c'eſt-à-dire, aux *aires* compriſes entre toutes les *ordonnées* correſpondantes aux *abſciſſes* qui repréſentent les hauteurs du mercure en parties égales, & que par conſéquent on remplit exactement ſon but.

Mais je crois que ceux à qui les propriétés de l'hyperbole ſont familières, auront vû, dès l'entrée, la vérité des principes que j'ai poſés, ou que du moins ils me comprendront aiſément par ces indications ſeules. Quant aux autres, il me paroît que la démonſtration

précédente, étant plus liée aux causes physiques, sera plus intelligible pour eux.

L'usage des logarithmes est plus exact, & ordinairement plus commode.

758. L'usage des *logarithmes*, pour estimer la hauteur des lieux par l'abbaissement du mercure dans le Baromètre, est donc plus exact, & ordinairement plus commode, que celui d'une *progression harmonique*, dont les termes sont correspondans aux abbaissemens du mercure de *ligne* en *ligne*. Cependant, comme cette dernière méthode peut être utile en bien des cas, je vais indiquer le moyen dont je me suis servi pour la rendre conforme à mes expériences, & démontrer en même tems qu'on peut l'employer, sans de grandes erreurs, au calcul des observations du Baromètre, pour les plus grandes hauteurs où l'on soit parvenu jusqu'à présent.

Cependant la progression harmonique peut être quelquefois utile.

Fixation d'un *dividende commun* relative aux logarithmes.

579. Dans ma première méthode, il s'agit, comme je l'ai dit ci-devant (544), de trouver un nombre, qui, divisé par les hauteurs du mercure de *ligne* en *ligne*, donne la grandeur convenable aux termes de la *progression harmonique*, qui doivent exprimer les *hauteurs* des lieux. Le nombre que je trouvai d'abord étoit 25390; mais le dégré de chaleur de l'air, que j'avois choisi pour y rapporter toutes mes observations, étoit moindre que celui auquel la différence des logarithmes donne la *hauteur* des lieux en *millièmes de toise*. Or, comme le poids de l'air diminue à mesure que la chaleur augmente, chaque colonne d'air qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, doit être plus longue, toutes choses d'ailleurs égales, par la température dans laquelle les *logarithmes* don-

nent les *hauteurs* en *millièmes de toise*, que par celle où j'avois réduit mes observations dans mon premier calcul. Il faut donc augmenter le *dividende commun*; & pour le fixer sûrement d'une manière correspondante aux *logarithmes*, il suffit de multiplier 348 *lignes* (29 *pouces*), qui est la plus grande hauteur observée du mercure dans le Baromètre, par 12,497, différence des *logarithmes* de 348 & 347, qui exprime dans cette température, en *millièmes de toises*, l'épaisseur des *tranches* d'air égales à celle qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, lorsque le Baromètre est à 348 *lignes* (568), & le produit 4348956, donne en *millièmes de toise* le *dividende commun*, qui est donc 26094, lorsqu'on veut avoir les *hauteurs* en *pieds*: ou 4349, lorsqu'on les voudra en *toises*.

580. Par la formation de ce nombre, on est sûr d'abord que, lorsqu'on voudra connoître la différence de *hauteur* de deux stations, dans l'une desquelles le Baromètre s'est tenu à 347 *lignes*, tandis qu'il étoit à 348 *lignes* dans l'autre, on trouvera la même quantité, soit qu'on prenne la différence des *logarithmes* de ces deux hauteurs du mercure, soit qu'on divise 26094 par 348, savoir 74 pieds 11 pouces 9 lignes.

Correspondance des deux méthodes dans les petites *hauteurs*.

581. Pour faire connoître maintenant la différence des deux méthodes en s'éloignant du premier terme, je choisirai pour exemple *la plus grande hauteur où l'on ait monté*: c'est l'expression de M. *de la Condamine*, en parlant du *Coraçon*, montagne de la Cordilière; elle

La différence est très-petite pour toutes les hauteurs terrestres.

eſt élevée de 2470 *toiſes* au-deſſus du niveau de la mer, & le mercure s'y tenoit à 15 *pouces* 10 *lignes* (*a*). Ainſi, la plus grande différence de hauteur du Baromètre qu'on ait probablement à calculer par mes deux méthodes, eſt celle de 29 *pouces* à 15 *pouces* 10 *lignes*, ou de 348 *lignes* à 190. Pour juger à-peu-près de la différence de valeur des ſuites de nombres qui réſulteroient de ces deux méthodes, il ſuffit de comparer leurs derniers termes, les premiers étant égaux. On aura le dernier terme de la ſuite des différences *logarithmiques*, en prenant la différence du *logarithme* de 190 à celui de 189 ; cette différence eſt de 22918 *millièmes de toiſes*, ou 137,508 *pieds*, & pour avoir celui de la *progreſſion harmonique*, il faudra diviſer 26094 par 190, dont le quotient 137, 339 *pieds* eſt le tems cherché. Nous avons donc à additionner deux ſuites de 158 termes chacune, dans leſquelles les premiers termes ſont égaux, & dont les derniers ne diffèrent que de $\frac{169}{1000}$ de *pieds* : ce qui ne fait pas $\frac{1}{1000}$ de différence ſur les ſommes totales.

Quoique cette différence entre les deux méthodes, même à cette hauteur, ſoit encore ſi peu conſidérable, qu'on pourroit la négliger ; comme par la propriété des progreſſions harmoniques, cette différence décroît plus rapidement que les hauteurs ; elle eſt

(*a*) Cette expérience fut faite le 18 Juillet 1738. Voyez *Journal du voyage fait à l'Equateur*, *&c.* par M. de la Condamine, pag. 58.

réduite à $\frac{1}{4000}$ pour la plus grande hauteur que j'aie mesurée dans la montagne de *Salève :* de sorte qu'abandonnant, comme je l'ai fait, les fractions de *pieds* dans mes calculs, les deux méthodes m'ont donné sensiblement les mêmes résultats.

Usage de la progression harmonique.

582. On voit par-là que, bien que l'usage des *logarithmes* soit réellement plus exact que celui d'une *progression harmonique* formée de la suite des abbaissemens du mercure de *ligne* en *ligne*, & d'un *dividende commun*, cette différence d'exactitude étant presqu'insensible peut être négligée, lorsqu'il s'agit de mesurer la hauteur des montagnes. Si donc on étoit privé du secours des Tables logarithmiques, dans quelqu'endroit où l'on auroit observé le Baromètre, on pourroit y suppléer par la connoissance du nombre 26094, en l'employant de la manière que j'ai indiquée ci-devant pour le nombre 25390 (546).

Méthode abrégée d'employer le *dividende commun* par le moyen d'une progression arithmétique.

583. Il est vrai que ce calcul est un peu long, quand il s'agit de grandes différences de hauteur du Baromètre ; car la méthode la plus facile est de diviser le nombre 26094, autant de fois qu'il y a de *lignes* dans ses différences, & d'additionner les quotiens. Mais on peut abréger beaucoup le calcul, en ne formant que quelques-uns des termes de la *progression harmonique*, & en considérant les autres termes, comme s'ils étoient en progression arithmétique, dont alors il est fort aisé d'avoir la somme.

Effet de ce changement.

L'effet de ce changement est d'augmenter la hauteur, comparativement au résultat fourni

par les *logarithmes*, & cela proportionnellement plus, quand la hauteur eſt plus grande: par exemple, cette augmentation n'eſt que d'1 *pied* 8 *pouces* ſur une hauteur de 10000 *pieds*, tandis qu'elle eſt de 60 *pieds* ſur 6000. Mais par une propriété de la *progreſſion harmonique* employée comme je l'ai fait, ſes termes devenant au contraire de plus en plus trop petits, à meſure qu'on s'éloigne du premier (565), ce mélange de la *progreſſion harmonique*, qui donne des termes de plus en plus trop petits, & de la *progreſſion arithmétique*, qui les donne de plus en plus trop grands, produit une compenſation telle, qu'il ne reſte qu'une augmentation ſenſiblement proportionnelle dans tous les termes, comparativement aux *logarithmes*.

Manière de compenſer cet effet.

584. C'eſt de cette compenſation que réſulte le moyen d'abbréviation que je propoſe pour les cas où l'on auroit de grands abbaiſſemens du Baromètre à calculer, ſans le ſecours des *Tables logarithmiques*. Il conſiſte à partager la différence de hauteur du mercure en pluſieurs parties d'un *pouce* chacune ou à-peu-près, pour calculer ſéparément chacune de ſes parties, & à diminuer le *dividende commun*, proportionnellement à l'augmentation qui réſulteroit ſans cela de cette manière de calculer. J'ai trouvé que, pour les hauteurs des montagnes, le *dividende*, qui eſt de 26094, doit être réduit à 26054, lorſqu'on emploiera cette méthode. Voici un exemple de ce calcul.

Exemple.

585. Je ſuppoſe qu'on ait obſervé le Ba-

romètre en deux ſtations, dans l'une deſquelles il ſe ſoit trouvé à 28 *pouces* 4 *lignes* $\frac{1}{4}$, & dans l'autre à 22 *pouces* 1 *ligne* $\frac{1}{2}$. Je partage la différence des deux hauteurs; comme ſi j'avois obſervé le Baromètre ſucceſſivement à 28 *pouces* 4 *lignes* $\frac{1}{4}$, 27 *pouces*, 26, 25, 24, 23 & 22 *pouces* 1 *ligne* $\frac{1}{2}$. J'exprime en *lignes* toutes ces *hauteurs* du Baromètre, & je trouve 340 *lignes* $\frac{1}{4}$ 324 312 300 288 276 265 *lignes* $\frac{1}{2}$. Je diviſe le nombre 26054, par toutes ces *hauteurs;* les *quotiens* ſont: 76,57 80,41 83,50 86,84 90,47 94,41 98,13.

Ces *quotiens* expriment en *pieds* la hauteur de l'air qui correſpond à 1 *ligne* de mercure, lorſque le Baromètre eſt à la hauteur indiquée par les *diviſeurs* qui les ont formés (549).

Je cherche enſuite les ſommes particulières des ſix progreſſions arithmétiques que l'on doit former entre ces 7 *termes.* Dans la première, le nombre des *termes* eſt 340 $\frac{1}{4}$ — 324 = 16 $\frac{1}{4}$, & les *termes* extrêmes ſont 76, 57 & 80, 41 : par conſéquent la ſomme de cette première progreſſion eſt . . . . .

. . . . $\frac{76{,}57+80{,}41}{2} \times 16\frac{1}{4} = 1275{,}46$ *pieds.*

Dans la 2de. le nomb. des *term.* eſt 324 — 312 = 12;

ſes *termes* extrêmes ſont 80, 41 & 83, 50;

la ſom. ſera donc $\frac{80{,}41+83{,}50}{2} \times 12 = 983{,}40$

La 3me. ſera . $\frac{80{,}50+86{,}84}{2} \times 12 = 1022{,}04$

La 4me. . . $\frac{86,84 + 90,47}{2} \times 12 = 1063,80$

La 5me. . . $\frac{90,47 + 94,41}{2} \times 12 = 1109,28$

5453,98

ſomme de 5 premières *tranches* . . . 5453,98

Et la 6me. $\frac{94,41 + 98,13}{2} \times 10\frac{1}{2} = 1010,83$

Hauteur totale en *pieds* 6464,81

Conformité du réſultat avec le calcul par les *logarithmes.*

586. Si l'on prend la différence des *logarithmes* des deux hauteurs du Baromètre, qui ſont 340 *lignes* $\frac{1}{4}$ & 265 *lignes* $\frac{1}{2}$, on aura 1077336, qui ſeront des *millièmes de toiſe* (575), & par conſéquent 646402 *pieds.* Ainſi le calcul par les *logarithmes* & celui que je propoſe, donnent ſenſiblement les mêmes réſultats.

J'ai choiſi pour exemple une grande différence dans le Baromètre, pour montrer qu'on peut les calculer aiſément & avec exactitude par cette méthode. On voit auſſi que le calcul ſera fort court, quand la différence n'excédera pas un *pouce*, & qu'on le fera aiſément partout, pourvu qu'on ſe ſouvienne du nombre 26054. Mais ſi l'abbaiſſement du Baromètre n'étoit que de quelques *lignes*, il faudroit employer le nombre primitif 26094.

Recherches de la température de l'air dans laquelle les logarithmes *donnent les* hauteurs *ſans correction. Troiſième tentative pour découvrir l'effet de la* chaleur.

Fixation du

587. Je viens aux moyens dont j'ai fait uſage,

usage, pour connoître quel doit être le dégré de *chaleur* de l'*air*, pour que la différence des *logarithmes* des hauteurs du mercure dans le Baromètre donne les hauteurs des lieux en *millièmes de toises*; & quels sont les changemens qu'on doit faire aux résultats, pour les variations de la *chaleur*. Cette recherche que j'appliquerai dans la suite aux *logarithmes* doit s'entendre de la même manière, relativement à ma *progression harmonique*, dont le *dividende* est 26094, ou 26054 par la méthode abrégée.

dégré de *chaleur* de l'*air* qui n'exige point de correction dans le calcul par les *logarithmes*.

588. Je calculai d'abord toutes mes observations par les *logarithmes*, & combinant toutes celles où la différence des *logarithmes* donnoit à-peu-près la hauteur des lieux en *millièmes de toises*, je trouvai que la *chaleur* moyenne pendant ces observations avoit été correspondante à + 16 $\frac{3}{4}$ du Thermomètre de mercure divisé en 80 parties entre les *termes fixes*.

Après avoir déterminé ce point, je rangeai de nouveau toutes les expériences que j'avois faites dans chaque station, en séparant celles qui étoient au-dessus de ce dégré fixe de *chaleur*, d'avec celles qui étoient au-dessous, & en indiquant dans chaque expérience la température, & les résultats donnés par les *logarithmes*, réduits en *pieds*. Je fis alors, à chaque station, une somme de tous les *dégrés* de *chaleur* au-dessus du point fixe, & de toutes les *hauteurs* trouvées par le calcul : j'en fis autant pour les *dégrés* au-dessous de ce point : je pris le terme moyen des uns & des autres, & je tirai de ces termes moyens de *chaleur* en

3me. combinaison des observations

Seconde manière de faire les corrections pour la chaleur exprimée en

pieds dans chaque station. *plus* & en *moins*, comparés avec les *défauts* ou *excès* de *hauteurs* correſpondans, quel étoit le nombre de *pieds* qu'il falloit ajouter ou ſouſtraire, pour chaque *dégré* de *chaleur* en *plus* ou en *moins*, dans chacune de mes ſtations : En voici un exemple.

Exemple. 589. Une de ces ſtations eſt élevée de 2582 *pieds* au-deſſus de la bâſe commune : j'ai fait 17 obſervations en divers tems à cette ſtation, dont 8 ſe trouvent à des tems où le Thermomètre étoit plus bas que le *point fixe*, & 9 où il étoit plus haut. La ſomme de tous les *dégrés* au-deſſous du *point fixe*, pour les 8 obſervatiens, ſe trouva — $33^{d}. \frac{1}{3}$, qui, diviſés par 8, donne — $4^{d}. \frac{1}{6}$ pour terme moyen : la ſomme des *hauteurs* trouvées par les *logarithmes* pour les mêmes obſervations fut 21037 *pieds*, & le terme moyen 2630 *pieds*, plus grand de 48 *pieds* que la hauteur réelle. Je trouvai donc que $4^{d}. \frac{1}{6}$ de moins dans la *chaleur de l'air*, produiſoient 48 *pieds* de trop dans la *hauteur du lieu* ; & que par conſéquent 1 *dégré* devoit produire 11 $p\ \frac{1}{2}$.

La ſomme de tous les *dégrés* au-deſſus du même point fixe de *chaleur*, pour les 9 obſervations, étoit + $31^{d}. \frac{5}{9}$; & le terme moyen + $3^{d}. \frac{1}{2}$: celle des *hauteurs données par le calcul* pour les mêmes obſervations, étoit 22875 *pieds* ; & le terme moyen 2542 *pieds*, plus petit de 40 *pieds* que la hauteur réelle. Ainſi, $3^{d}. \frac{1}{2}$ de plus dans la *chaleur de l'air*, avoient produit 40 *pieds* de moins dans la *hauteur du lieu* ; par conſéquent 1 *dégré* devoit produire environ 11 $p. \frac{1}{2}$.

Je fis la même opération pour toutes les ſtations où j'avois obſervé ; mais je ne trouvai pas par-tout la même uniformité entre l'effet de la diminution de la *chaleur*, & celui de ſon augmentation : cette uniformité eſt même défectueuſe dans l'exemple que j'ai cité, comme je le ferai voir dans la ſuite (599 & *ſuiv.*). Mais, ne connoiſſant encore ni cette erreur, ni ſa cauſe, je combinai, dans chaque ſtation, les effets de la diminution & de l'augmentation de la chaleur, & je dreſſai une Table, qui renfermoit le nombre de *pieds* que je devois ajouter ou ſouſtraire, pour chaque *dégré* de chaleur en *plus* ou en *moins*, dans chacune de mes Stations.

590. Je comparai alors l'effet de la *chaleur* dans les différentes ſtations, & je le trouvai ſenſiblement proportionnel à leur hauteur au-deſſus du niveau commun. De ſorte que la correction à faire, pour réduire le réſultat de chaque obſervation, à ce qu'il auroit été par le dégré de *chaleur* déterminé, devoit être en raiſon composée, de la *hauteur du lieu*, & du nombre de *dégrés* au-deſſus ou au-deſſous de cette température fixe. Je corrigeai donc de cette manière toutes les *hauteurs* trouvées par le calcul.

Cette correction étoit en raiſon composée de la hauteur des lieux & de la température.

Quatrième tentative pour découvrir l'effet de la Chaleur. *Exception ſingulière des obſervations faites vers le* lever du Soleil.

Quand j'aurai développé toutes les cauſes qui ſe combinent pour produire la différence

de hauteur du mercure dans des Baromètres placés à différentes élévations, & que j'aurai montré ce qui se trouve encore indéterminé dans ce problème, on verra qu'il est digne de l'attention des Physiciens. Ces causes sont tellement enchaînées, qu'un pas de plus conduit presque toujours à un autre; & que chacune de ces découvertes peut s'étendre à bien d'autres usages qu'à celui de mesurer les hauteurs par le Baromètre, qui étoit mon principal objet. J'ai reconnu cette liaison à chaque pas que j'ai fait dans mes recherches; & j'ai essayé de la faire sentir dans ma narration. Je suivrai le même plan dans ce qui me reste à développer de cette matière.

Quatrième combinaison des observations.

591. Lorsque j'eus employé ma nouvelle règle pour calculer mes observations en conséquence des changemens de la *chaleur de l'air*, je considérai ce nouveau tableau; & quoiqu'il fût plus correct qu'auparavant, j'y vis encore des disparités trop sensibles pour être négligées. Chaque nouvelle tentative sur un si grand nombre d'observations présentoit un travail très-fatigant. Néanmoins je me déterminai à ranger de nouveau toutes ces observations dans l'ordre de leurs différences, en commençant par celles qui donnoient le moins de *hauteur*. Je mis ensuite dans d'autres colonnes toutes les circonstances qui les avoient accompagnées; voici l'arrangement que je leur donnai dans chaque station.

Distribution des circonstances qui

592. La première colonne renfermoit les hauteurs du lieu, indiquées par ma règle,

dans l'ordre dont je viens de parler. Je mis dans la seconde les observations de la chaleur de l'air. Dans la troisième, les hauteurs observées du Baromètre. La quatrième exprimoit l'état sensible de l'Atmosphère relativement aux météores : l'heure des observations étoit dans la cinquième : enfin je plaçai dans la sixième, l'année, le mois & le jour auxquels j'avois observé.

les accompagnoient.

593. Cet ouvrage fait, je cherchai s'il n'y avoit point de rapport constant entre les différences des hauteurs données par le calcul & quelqu'une des circonstances indiquées dans les autres colonnes. J'en apperçus plusieurs dans la comparaison des quatre premières, dont cependant je ne fis pas d'abord usage, parce que je n'y voyois point encore de régularité. Mais lorsque je fus à la cinquième qui renfermoit l'heure des observations, je fus frappé de voir au haut des colonnes toutes celles qui avoient été faites vers le *lever du soleil.* Je ne trouvai point d'exception à ce rapport, c'est-à-dire, que toutes les observations faites vers le *lever du soleil*, quoique calculées comme les autres, donnoient constamment moins de *hauteur* au lieu de l'observation.

Les observations faites vers le *lever du soleil* donnent toutes moins de hauteur.

594. Ne considérant d'abord cette dissemblance que relativement au dégré de chaleur de l'air qui est ordinairement moins chaud au *lever du soleil* qu'à toute autre heure du jour, je pensai que, si cette différence étoit la cause du *défaut* de hauteur, il étoit possible que le moment le plus chaud de la journée fût aussi celui où les observations renfermoient une erreur en *excès* :

La moindre chaleur, à cette heure-là, supposée la cause de cette erreur.

c'est ce que je cherchai à connoître de la manière suivante.

Recherche des augmentations & diminutions de chaleur dans l'étendue du jour.

595. Je rassemblai toutes les observations du Thermomètre faites dans la plaine, où, pour l'ordinaire, on l'avoit observé, comme le Baromètre, à chaque quart-d'heure, du matin au soir, en diverses saisons. Je notai les parties du jour auxquelles correspondoient la moindre, la moyenne & la plus grande chaleur, en comptant depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher; & je trouvai qu'en toute saison, lorsqu'il n'y avoit pas eu de causes particulières & sensibles, comme du vent, des nuages, &c. La moindre chaleur étoit au lever du soleil; la moyenne, à la cinquième partie de la journée, de même que peu de tems avant le coucher du soleil; & la plus grande, aux trois-quarts du tems pendant lequel le soleil étoit resté sur l'horison.

La moindre chaleur est au lever du soleil.

La moyenne à la 5me. partie du jour & vers le coucher du soleil.

La plus grande aux trois-quarts du jour.

Cinquième combinaison des observations.

596. En conséquence de cette distribution de la chaleur dans l'étendue de la journée, je formai une septième colonne dans mon tableau, où je marquai à quelle partie du jour les observations avoient eté faites. Je trouvai que plusieurs de celles qui donnoient trop de hauteur, correspondoient au moment le plus chaud du jour; mais il y avoit trop d'exception dans ce rapport, pour en tirer aucun principe fixe; & la principale utilité que je trouvai dans ces combinaisons, fut de savoir, qu'en général, la moyenne chaleur du matin est le tems le plus favorable aux observations de ce genre (741). Je remarquai encore que le moment le plus chaud du jour est toujours celui où le Baromètre

La moyenne chaleur du matin est le moment le plus favo-

eſt le plus bas dans la plaine, lorſqu'il n'y a point d'autres cauſes de variations : ce qui confirme les principes que j'ai établis relativement aux effets de la chaleur ſur l'atmoſphère (528). J'ai lieu de penſer qu'il en eſt de même en d'autres climats ; puiſque M. *de la Condamine* nous apprend, dans le journal de ſon voyage à l'Equateur, qu'aux environ de la *Cordilière* le Baromètre étoit conſtamment à ſon point le plus bas vers trois heures après midi (*a*). Or à cette latitude, où le ſoleil reſte toujours à-peu-près douze heures ſur l'horiſon ; trois heures après midi ſont les trois quarts de la journée.

rable aux obſervations.

Le moment le plus chaud du jour eſt celui où le Baromètre eſt le plus bas dans la plaine.

M. de la *Condamine* a fait la même obſervation au *Perou*.

597. Je reviens aux obſervations faites vers le *lever du ſoleil*. Les recherches précédentes ne permettent pas d'attribuer à un défaut de correction pour la température de l'air, les écarts conſidérables que j'ai trouvés dans les réſultats de ces obſervations ; ce qui me conduit

La cauſe ſuppoſée du défaut des obſervations faites vers le *lever du ſoleil*, ne pároît pas fondée.

(*a*) M. *de la Condamine* fit la même obſervation à *Quito*, ce qui paroît d'abord contraire à ce que j'ai dit ailleurs (528, 529), que les variations produites par la chaleur de l'air ſur la hauteur du mercure, dans la plaine & ſur les montagnes, ſont oppoſées. Mais le Baromètre de M. *de la Condamine* n'étoit pas chargé au feu, il me l'a dit lui-même ; par cette raiſon il devoit deſcendre quand la chaleur augmentoit (333) ; & il deſcendoit ſans doute plus que l'augmentation de l'air ſupérieur ne tendoit à le faire monter. D'ailleurs le ſommet de ces montagnes a beaucoup d'étendue ; en ſorte qu'on peut le conſidérer comme une eſpèce de plaine, ſur laquelle l'air qui s'élève de la mer n'a pas le tems de ſe verſer entièrement avant d'être condenſé de nouveau par la fraîcheur du ſoir.

à penſer que le vent d'*Eſt* en eſt la principale cauſe.

Recherches ſur l'effet que peuvent produire les vents.

En général, il n'eſt vraiſemblablement pas indifférent pour le poids de l'air, ſur-tout aux environs des montagnes, qu'il y ſoit comprimé ou ſoulevé par les vents, plus ou moins, ſuivant leur force & leur direction. J'ai tenté quelques expériences avec une ſorte d'Anémomètre, que j'ai conſtruit pour cet uſage; mais comme je n'ai rien trouvé d'aſſez fixe, il ſeroit inutile de rapporter ces obſervations. Je dirai donc ſeulement que j'ai obſervé par des vents très-forts, & que je n'ai point trouvé de variation qu'on pût leur attribuer avec certitude. Sans doute que ces vents étant des courans réguliers dans l'Atmoſphère, la loi des preſſions ne ſouffre que des changemens très-légers. Mais il n'en eſt pas de même du *vent d'Eſt*, lorſqu'il accompagne l'aurore. J'ai ſouvent remarqué, ſoit pendant le cours de mes obſervations, ſoit dans mes voyages, qu'au point du jour, l'air eſt parfaitement calme; que peu de tems avant le *lever du ſoleil*, le *vent d'Eſt* commence à ſe faire ſentir; & qu'il continue plus ou moins, ſuivant les lieux & les circonſtances. Or, en conſidérant l'effet que doit produire un air en mouvement, à la rencontre d'un air calme, je vois, en général, que dans le choc, la loi des preſſions doit être troublée; que l'air de la plaine peut être ſoulevé & tranſporté ſur les montagnes; en ſorte que le Baromètre s'y tenant trop haut, pour la

Les vents ne troublent pas pour l'ordinaire la loi des preſſions.

Le vent d'Eſt produit par l'aurore peut la troubler.

température obſervée, ou étant ſa différence avec le Baromètre de la plaine trop petite, la *hauteur* indiquée par le calcul, eſt moindre qu'elle ne devroit être. Peut-être auſſi que la diminution ſubite de la *chaleur*, qui ſe fait pour l'ordinaire dans ce moment-là, contribue à cette exception ; c'eſt ce que j'expliquerai dans la ſuite (659) (*a*).

La diminution ſubite de chaleur peut auſſi produire cet effet.

598. Mais quelle que ſoit la cauſe de cet effet, il eſt certain, par mes expériences, qu'à température & hauteur du Baromètre égales, l'air n'eſt jamais moins denſe dans la partie inférieure de l'Atmoſphère, que vers le *lever du ſoleil* : je puis ajouter encore que, lorſqu'il règne un vent aſſez fort pour faire obſtacle à celui d'Orient, cette différeece eſt moins conſidérable. Comme je ne parle que d'après l'expérience, je dois me taire lorſqu'elle ceſſe de me guider. Ainſi je ne puis dire quel eſt l'état de l'air, lorſqu'au *lever du ſoleil*, le Ciel eſt couvert de nuages, ou qu'il pleut ; j'ignore auſſi quel effet produiſent ſur le rapport des poids des différentes couches d'air ; ces ouragans qui bouleverſent l'Atmoſphère dans un petit eſpace de pays, tandis qu'elle eſt calme aux environs : on ne s'éloigne pas volontiers de pluſieurs lieues de chez ſoi,

L'air de la plaine eſt plus dilaté au *lever du ſoleil* qu'à tout autre moment; toutes choſes d'ailleurs égales.

(*a*) Je ne puis pas aſſurer poſitivement qu'on trouvera par-tout la même exception dans les obſervations faites au lever du ſoleil ; il n'eſt pas impoſſible que la ſituation des lieux y influe pour quelque choſe ; j'en donnerai même un exemple dans la ſuite ; & j'indiquerai la ſituation de la montagne où j'ai fait ces expériences (624).

pour aller obferver dans les montagnes, & en plein air, quand il y a du mauvais tems à craindre.

Les obfervations faites au lever du foleil ne peuvent être foumifes à une règle fixe.

Il faut donc les féparer.

599. Malgré l'accord qui règne entre les obfervations faites vers le *lever du foleil*, pour donner les *hauteurs* des lieux trop petites, je ne pus trouver aucune règle fixe, pour corriger ce défaut. C'eft-pourquoi je me déterminai à mettre à part ces obfervations; & comme elles fe trouvoient toutes dans la claffe de celles où la température avoit été au-deffous du point fixe dont j'ai parlé; l'opération que j'avois faite pour connoître l'effet de la *chaleur*, eut befoin d'une correction. Pour le faire comprendre, je fuivrai l'exemple que j'ai rapporté ci-deffus (589).

Changement produit par cette fouftraction dans la correction pour la *chaleur*.

600. Dans la ftation que j'ai prife pour exemple, il y avoit 8 obfervations au-deffous du *point fixe*, la fomme des *dégrés* du Thermomètre étoit — $33\frac{1}{7}$; & celle des *hauteurs réfultantes du calcul* étoit 21037 *pieds*. De ces 8 obfervations, il y en avoit une faite au *lever du foleil*, que je féparai des autres; fa température étoit — $5\frac{1}{7}$, & la *hauteur* par le calcul 2600 *pieds*. Il me refta donc 7 obfervations; la fomme des *dégrés* — $28\frac{1}{6}$, & celle des *hauteurs* 18437 *pieds* : ce qui donne — 4 pour la *chaleur* moyenne de l'air, & 2634 *pieds* pour la *hauteur* moyenne, plus grande de 52 *pieds* que la hauteur réelle. Il réfulte de cette nouvelle combinaifon, qu'un dégré de moins dans la *chaleur de l'air* doit correfpondre à 13 *pieds* de plus dans la *hauteur*, au-lieu que, par la premiére combinaifon, je

n'avois trouvé que 11 *pieds* $\frac{1}{2}$ pour le même changement de température.

601. Cette différence, qui fut de même espèce dans tous les cas où j'avois eu des observations faites au *lever du soleil*, produisit l'uniformité que je n'avois pas obtenue dans ma première opération. Les résultats de celle-ci étoient de trois espèces. 1°. Dans quelques stations, la diminution de la *chaleur* exprimée en *pieds* pour un *dégré* du Thermomètre, donnoit exactement en *plus*, ce que l'augmentation donnoit en moins. 2°. En d'autres stations, le dernier effet paroissoit plus grand que le premier. 3°. Enfin, dans quelques-unes j'avois trouvé une différence contraire.

Uniformité dans les résultats, produite par ce changement.

602. Après la seconde opération, tout fut réduit au dernier cas, c'est-à-dire, que dans toutes les stations ; l'effet de la *chaleur* sur l'*air* exprimé en *pieds*, pour un *dégré* du Thermomètre, étoit plus grand dans ses diminutions, que dans ses augmentations. L'uniformité défectueuse du premier cas venoit d'une ou de plusieurs observations faites vers le *lever du soleil*; qui diminuoient, dans la somme des résultats du calcul, l'effet qu'avoit produit la cause générale ; le grand écart du second cas, étoit occasionné par plusieurs observations de cette nature ; enfin, dans le troisième cas, qui étoit le seul correct, il n'y avoit point de ces observations.

Les corrections absolues doivent être plus grandes pour les dégrés du Thermomètre au-dessous d'un point fixe ; que pour les dégrés au-dessus.

603. Il est aisé de s'appercevoir que la Théorie est ici d'accord avec l'expérience ; pour le faire sentir, prenons le Thermomètre pour exemple. Cet instrument mesure les

Exemple tiré du Thermomètre.

augmentâtions de la *chaleur* par des volumes égaux de mercure qui s'élèvent successivement les uns au-dessus des autres. Mais cette égalité de volume n'est pas accompagnée d'une égalité de poids ; & par exemple, le volume de mercure qui marque un *dégré*, lorsque le Thermomètre est à la chaleur de l'*eau bouillante*, pèse moins, qu'un volume égal qui marque aussi un *dégré* quand il est à la *congelation*.

Application de cet exemple à ce qui doit arriver dans l'Atmosphère.

604. Ce que je viens de montrer dans le Thermomètre, nous indique ce qui se passe dans l'air. Les volumes d'air qui sortent d'une colonne, dont la longueur ni la bâse ne changent point, sont égaux, pour tous les *dégrés* égaux parcourus par le Thermomêtre en montant : (je suppose que les dilatations de l'air & du mercure suivent la même loi). Mais ces volumes égaux d'air ne pèsent pas également ; leur poids diminue proportionnellement à leur densité, qui diminue à mesure que la chaleur augmente. Par conséquent, les différences qui en résultent sur les hauteurs du Baromètre, ne sont pas égales ; elles sont aussi proportionnelles aux variations de la densité, qui, étant en raison inverse des changemens de volume, sont en progression harmonique, quand ceux-ci sont en progression arithmétique.

Conséquence.

605. Ainsi les corrections absolues à faire pour la chaleur, considérées dans une même station, ne doivent pas être égales pour tous les *dégrés* du Thermomètre, soit au-dessus, soit au-dessous de *zéro*, comme je les avois

faites d'abord ; elles doivent différer au contraire pour chaque *dégré*, & suivre la différence des poids des mêmes volumes d'air, qui sortent d'une colonne de même hauteur & même bâse, ou qui y rentrent, par les variations de la chaleur.

Recherche d'une III[me]. règle pour corriger les effets de la chaleur. VI[me]. combinaison des observations.

606. Je fus donc obligé de changer pour la troisième fois, ma correction relative aux variations de la *chaleur* de l'*air*, & voici celle que je tirai de mes expériences.

607. Je cherchai dans toutes les stations, quel étoit le *rapport* entre la *hauteur du lieu* & le nombre moyen de *pieds* qu'il falloit ajouter ou déduire pour un *dégré* du Thermomètre aux environs du *point fixe* (600); & quelle *loi* suivoient les changemens de ces *rapports*, à mesure qu'on s'éloignoit de part & d'autre de ce point déterminé. Quand ces opérations furent faites, je vis tant de conformité entre les *rapports* trouvés dans chaque station, & si peu de régularité dans leurs petites différences, que je me déterminai à combiner toutes les fractions qui exprimoient ces *rapports*. Je trouvai, par cette recherche, qu'aux environs de la température fixe, la correction pour un *dégré* du Thermomètre croît à la *hauteur du lieu*, comme 1 à 215 ; & que les augmentations ou diminutions à faire dans ce *rapport*, pour la différence de poids des mêmes volumes d'air différemment échauffés, étoient assez exactement, comme les *excès* ou *défauts* de la *hauteur* trouvée par les *logarithmes*, comparativement à la *hauteur du lieu* : ou plus généralement, *la*

Rapport de la correction à faire pour 1 *dégré* du Thermomètre, avec le résultat du calcul par les logarithmes.

correction à faire pour un dégré du Thermomètre, soit en plus, soit en moins; étoit à la hauteur fournie par les logarithmes, comme 1 à 215.

Raison d'employer une *échelle* particulière pour cette opération.

608. Cette correction devenoit très-simple en elle-même; mais elle auroit été sujette à de grandes incommodités dans la pratique, si j'avois conservé la division de mon Thermomètre. Car le *rapport* de 1 *à* 215 demandoit une opération assez longue, & le point fixe de température, déterminé nécessairement à + 16 *dégres* $\frac{3}{4}$, devenoit incommode, & pouvoit même occasionner des méprises dans l'observation. C'est-pourquoi je me déterminai à diviser le Thermomètre d'une manière plus commode pour ce genre d'expériences.

Recherche d'un rapport commode, de la correction, avec le résultat du calcul. Celui de 1 à 1000 choisi.

609. Le *rapport* de 1 à 1000 fut celui que je trouvai le plus propre à mes vues; mais comme il falloit diviser le Thermomètre en de trop petits *dégrés*, pour l'obtenir immédiatement, je construisis mon *échelle* pour le *rapport* de 1 à 500; parce qu'en doublant le nombre des dégrés de l'observation, & pour l'ordinaire en ajoutant l'observation de la plaine à celle de la montagne (633), j'étois ramené au *rapport* de 1 à 1000.

Division de l'intervalle entre les *points fixes* du Thermometre, relative à ce choix.

610. Pour trouver en quel nombre de parties il falloit diviser l'intervalle compris entre les deux *termes fixes*, en conséquence de ce choix, je me servis de cette analogie; comme 215 (dénominateur trouvé pour la première division de mon Thermomètre), est à 500 (nouveau dénominateur); ainsi 80 (*dégrés* de cette première division), sont au

o
5
10
12 ..... dans la .... o 12 32 .. Glace
5
o
5
o
5
o

5 5 50
45
40
10
15 25
5 20
20 15
10 10
25 5
30 0

Gravé par

nombre de *dégrés* que la nouvelle division doit avoir entre les deux *termes fixes*. Le calcul donne 186 ; & de plus, comme 80 est : 186 ; ainsi 16 ¾ (qui, dans ma première division, est le point de température où les logarithmes donnent immédiatement la *hauteur*), est à 39, qui, dans ma nouvelle échelle, devint le *point fixe* de chaleur au-dessus & au-dessous duquel il falloit corriger les hauteurs trouvées par le calcul ; ce fut à ce point que je plaçai le *zéro*. L'*eau bouillante* correspond donc à + 147 dans cette *échelle*, & l'*eau dans la glace* à — 39. Ces indications sont suffisantes pour la construire. J'ai placé cette *échelle* auprès de celle de *Fahrenheit* & du Thermomètre de mercure divisé en 80 *parties*, dans la *Fig.* Ière. de la *Pl.* V, afin qu'on puisse voir leurs rapports d'un coup-d'œil. Fixation du zéro de l'échelle.

611. L'opération à faire pour ramener les expériences à une température fixe, est bien simple par ce moyen. Il suffit de multiplier la *hauteur* trouvée, ou la différence des *logarithmes des hauteurs du mercure*, par le double des dégrés indiqués sur le Thermomètre, & de diviser ensuite par 1000. Si les dégrés sont en *plus*, il faut ajouter à la *hauteur* trouvée, le quotient de la division ; & s'ils sont en *moins*, il faut le soustraire. Ainsi nommant a la hauteur du lieu, b la différence des logarithmes des hauteurs du mercure, c les dégrés observés sur le Thermomètre, la correction est exprimée par cette formule $b \frac{\overset{+}{-}\, b \times 2c}{1000} = a$. Moyen simple de corriger l'effet de la chaleur, fourni par cette échelle.

Il est conforme à ce qu'exige la différence de poids des mêmes volumes d'air, lorsqu'ils sont inégalement *chauds*.

612. Cette méthode, qui satisfait, aussi bien que j'ai sçu le voir, à l'ensemble de mes expériences, renferme en même tems cette condition que j'avois trouvé nécessaire (602 & suiv.), que les quantités soustraites de la *hauteur* conclue immédiatement de l'observation du Baromètre, lorsque le Thermomètre est au-dessous de *zéro*, fussent plus grandes que les quantités ajoutées à cette *hauteur*, quand le Thermomètre est au-dessus de ce point, quoique pour un même nombre de *dégrés*. Car si l'air est plus condensé que le point fixe de *chaleur*, où la différence des logarithmes des hauteurs du mercure dans le Baromètre donne immédiatement les *hauteurs des lieux*, les différences des hauteurs du mercure étant plus grandes, celles des logarithmes de ces hauteurs le sont aussi, & réciproquement. Et les corrections que je fais pour la *chaleur*, sont proportionnelles aux différences des logarithmes des hauteurs observées du mercure dans le Baromètre.

Il ne m'auroit pas été possible de trouver cette règle *à priori*, parce que je ne connoissois pas le rapport des dilatations successives de l'air & du mercure. Mais au moyen de la règle découverte par l'expérience, on pourra trouver peut-être quel est ce rapport. Je renvoie à un autre lieu (663 & 664), l'exposition des principes relatifs à cette recherche; parce qu'ici il ne s'agit que de l'expérience.

Dernier calcul des observations.

613. Lorsque j'eus déterminé l'*échelle* que devoit avoir mon Thermomètre, je m'y conformai dans l'expression de la *chaleur*, pour

toutes

toutes mes expériences, & je fis les corrections que ce changement exigeoit. C'est-là le point auquel je me suis arrêté pour ce qui concerne les règles générales. Mais j'ai fait encore quelques remarques particulières dont je dois faire mention.

Effet local de la chaleur.

614. Indépendamment de toutes les causes dont j'ai parlé jusqu'à présent, qui contribuent à la différence de hauteur du mercure dans le Baromètre, il en est une dont les effets ne peuvent être aisément déterminés; c'est la position des lieux.

Exception remarquée dans les stations inférieures de la montagne.

Quoique j'eusse renvoyé la recherche d'une règle fixe jusqu'au tems où, ayant rassemblé beaucoup d'observations, je pourrois parvenir à mon but d'une manière plus certaine, je ne laissois pas de comparer de tems en tems celles que je faisois. Lorsque j'en eus quelques-unes dans toutes les stations de la montagne, je m'apperçus que dans les trois plus basses, les différences de hauteur du mercure étoient, en général, plus grandes qu'elles ne devoient être, par comparaison avec celles qui les suivoient immédiatement.

615. Je pensai d'abord que l'air étant chargé auprès de la surface de la terre, des vapeurs & des exhalaisons qui s'en élèvent; ce mélange pouvoit être une cause d'irrégularité. Pour reconnoître si ma conjecture étoit fondée, il auroit fallu répéter très-souvent les expériences dans ces trois stations, & sur-tout dans des états différens de l'Atmosphère. Mais comme mes

Les vapeurs, supposées la cause de cette exception.

occupations ne me permettoient, ni de choisir les tems comme j'aurois souhaité, ni de faire des voyages assez fréquens, je formai un plan d'observations plus à ma portée.

Plan d'observations pour examiner cette conjecture.

616. *Genève* est bâtie sur une colline, au haut de laquelle est située sa Cathédrale. Cette position pouvant me fournir une *hauteur* verticale assez grande pour faire les expériences que j'avois en vue, je mesurai l'élévation d'un certain point du Clocher, où je plaçai un Baromètre, au-dessus d'un endroit des *rues-basses*, où j'en mis un autre; & par un grand nombre d'observations dont je rendrai compte, je m'assurai que la partie inférieure de l'Atmosphère ne sort point de la règle générale; ce qui sera mieux prouvé encore par des observations que j'ai faites à *Turin* & au bord de la mer. Il est vrai que, dans le nombre des expériences faites au Clocher de notre Cathédrale, il y en a quelques-unes dont les résultats s'écartent de cette règle. Mais ces différences sont en *plus* & en *moins*. D'ailleurs, il en est des observations du Baromètre, comme des opérations que l'on fait avec le Quart-de-cercle, ou d'autres instrumens analogues. Comme dans ces derniers, plus les angles sont aigus, plus les erreurs produisent d'effet; de même, lorsqu'il n'y a que peu de différence d'élévation entre deux Baromètres, les plus petites erreurs influent d'une manière sensible sur le résultat de l'observation.

Baromètres placés au haut du Clocher de *St. Pierre* & aux *Rues-Basses*.

Un grand nombre d'observations prouvent que la partie inférieure de l'Atmosphère est soumise à la loi générale.

Remarques sur les observations faites à de petites hauteurs.

Les vapeurs ne sont pas la cause des excep-

617. Ayant donc reconnu, par les expériences dont je viens de parler, que ma première conjoncture n'étoit pas fondée, je cher-

chai quelle autre cauſe pouvoit produire l'effet que j'avois remarqué dans les ſtations du pied de *Salève ;* & je la trouvai dans leur poſition.

tions obſervées au bas de la montagne.

618. La direction de cette montagne eſt du *Nord-Eſt* au *Sud-oueſt*. Les ſtations, dont il s'agit, ſont à la partie occidentale : un grand rocher nud s'élève verticalement au-deſſus d'elles à une très-grande hauteur. Le ſoleil darde ſes rayons contre ce rocher, depuis midi juſqu'au moment où il ſe couche ; & il l'échauffe ſi fort, qu'on ſent encore une réverbération de *chaleur*, lorſqu'on s'approche de la montagne avant le *lever du ſoleil*.

Poſition des ſtations en ce lieu-là.

Le ſoleil échauffe l'air au-deſſus d'elles plus qu'ailleurs.

619. Il réſultoit de cette circonſtance, que la partie inférieure de la colonne d'*air* qui peſoit ſur le Baromètre dans ces ſtations, étant plus échauffée qu'une portion horiſontalement correſpondante de la colonne qui, à demi-lieues de-là, ſoutenoit le mercure dans le Baromètre de la plaine ; ces portions correſpondantes des deux colonnes n'étoient pas d'égal poids ; c'eſt-à-dire, que, s'il eût été poſſible d'élever verticalement le Baromètre de la plaine à la même hauteur que celui de la montagne, le premier ſe ſeroit tenu un peu plus haut que le dernier. Par conſéquent, le Baromètre de la montagne ſe tenoit trop bas, rélativement à celui de la plaine ; & par cela même il y avoit trop de différence entr'eux. Voilà pourquoi les obſervations faites dans ces lieux-là, quoique calculées par une règle qui convient ailleurs, donnoient les *hauteurs* plus grandes qu'elles ne ſont réellement.

La colonne d'air qui repoſe ſur ces ſtations peſé moins que celle qui domine ſur la plaine à la même hauteur.

Effet de cette différence ſur les Baromètres.

620. Nous avons un exemple familier de

Exemple

tiré de l'action de l'air dans les cheminées où l'on fait du feu.

cette différence de poids dans des colonnes d'*air* très-voisines les unes des autres. Le courant qui détermine la fumée à s'élever dans le canal d'une cheminée, lorsqu'on y fait du feu, n'est occasionné que par la dilatation de l'air dans le canal, qui, rendant la colonne, dont une partie est renfermée dans le canal, plus légère que les colonnes voisines, détruit l'équilibre, & fait que l'air de la chambre se porte continuellement de bas en-haut par le canal, & entraîne la fumée avec lui.

Application.

621. Le soleil produit, dans le lieu dont je parle, le même effet que le feu dans une cheminée. Il échauffe le rocher qui s'élève au-dessus de ces stations ; ce rocher, à son tour, échauffe l'air, le dilate, & le rend par conséquent plus *léger* qu'il ne l'est dans toute autre portion de la même couche horisontale. Ainsi le Baromètre doit se tenir plus bas au pied de ce rocher, qu'il ne seroit ailleurs à même élévation. Ce qui confirme mon idée à cet égard, ou plutôt ce qui me la fit naître, c'est que la *hauteur* de ces stations indiquée par celle du mercure, se trouvoit toujours plus grande, lorsque j'avois observé après midi, c'est-à-dire, quand le rocher étoit le plus échauffé par le soleil ; & qu'au contraire, si par quelque cause, comme la pluie ou un vent frais, le rocher avoit été *rafraîchi*, la *hauteur* trouvée étoit aussi exacte qu'ailleurs.

Preuve directe.

Conséquence.

Considération sur les causes locales.

622. Il est fâcheux qu'on ne puisse soumettre à des règles fixes les effets de ces causes locales. Cependant on ne doit pas négliger d'y faire attention. Il faut donc considérer l'état des colonnes d'air qui sont au-dessus des deux

ſtations où l'on a obſervé le Baromètre : & ſi l'on juge que, par quelque cauſe ſenſible, l'une des deux colonnes doit être plus dilatée que l'autre, on peut ajouter *plus* ou *moins* ſuivant les cas, à la hauteur du mercure obſervé ſous la moins peſante des colonnes. Cette remarque eſt ſur-tout utile, pour les cas où l'on obſerveroit le Baromètre dans un lieu, dont la *hauteur* ſeroit connue ; parce qu'alors, ſi ma règle ne donnoit pas aſſez exactement cette *hauteur*, on en trouveroit peut-être la raiſon dans quelque cauſe locale. Ce que je puis dire de plus précis à cet égard, c'eſt qu'il faudroit une bien ſingulière combinaiſon de circonſtances, pour que le changement à faire à la *hauteur* d'une des colonnes de mercure dût excéder un quart de *ligne*.

Je finis ici le détail de ce que j'ai trouvé de plus certain par mes expériences. Les obſervations que je rapporterai bientôt feront connoître le *dégré* d'exactitude auquel je ſuis parvenu. J'indiquerai enſuite les cauſes qui peuvent produire quelques irrégularités qu'on y remarquera. Mais auparavant je vais rappeler en abrégé toutes les conditions néceſſaires pour obſerver avec exactitude ; afin de les préſenter dans un ſeul tableau à ceux qui voudront s'occuper de ces expériences.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Récapitulation des principales conditions requises pour mesurer les Hauteurs *par le Baromètre.*

623. CE Chapitre ne renfermant que des indications, je l'ai accompagné de *renvois* : afin qu'on puisse recourir aux explications, soit pour l'utilité des précautions indiquées, soit pour la manière d'opérer.

De la forme du *Baromètre portatif.*

1°. Le Baromètre destiné au transport, doit être fait d'un tube simplement recourbé, de 2½ à 3 *lignes* de diamètre intérieur, aussi parfaitement cylindrique qu'il est possible (384) : & si l'on n'en trouve pas qui le soit suffisamment, il faut au moins employer pour la *petite branche*, une portion de tube, telle que les diamètres des parties des deux *branches* où les deux extrémités de la colonne courbée du mercure se trouvent en même tems, soient aussi exactement égaux qu'il se pourra (444).

Diamètre de son tube.

De son épaisseur.

2°. Le verre du tube ne doit pas avoir plus de demi *ligne* d'épaisseur. Car outre la difficulté de faire bouillir le mercure dans un tube dont le verre est épais, sans qu'il se rompe ; il est encore difficile de bien estimer la hauteur de la colonne de mercure, au travers d'un verre épais, à cause de la distance qui se trouve par-là, entre cette colonne, & l'*échelle* qui est tracée sur la monture.

De la maniere de le remplir.

3°. Il faut remplir le tube de mercure bien pur ; & faire ensuite bouillir successivement d'un bout à l'autre, sur des charbons ardens

(356). Le fil de fer qu'on emploie ordinairement dans cette opération, est plutôt nuisible qu'utile.

4°. On doit faire abaisser le mercure dans le tube, en pompant l'*air* par le bas, jusqu'à ce qu'il soit réduit à la *hauteur* de 20 *pouces*; & après l'avoir tenu un moment dans cet état, on le laissera remonter peu-à-peu (401 & *suiv.*). Précaution pour que son hauteur *absolue* ne change pas.

5°. Il est essentiel d'empêcher que l'*air* ne puisse s'introduire dans le Baromètre quand on le transporte (404). On peut faire usage pour cet effet du moyen que j'ai employé (418 & *suiv.*); ou de tel autre qui rempliroit le même but. Précaution essentielle pour le Baromètre *portatif.*

6°. Il convient de faire l'*échelle* du Baromètre *portatif*, de manière qu'une simple addition donne la hauteur du mercure (451, 452); & d'en marquer d'un seul coup l'étendue, avec une mesure de 27 ou 28 *pouces*; & non par parties, comme on le fait ordinairement. (395). Forme & construction de son échelle.

7°. On doit toujours frapper le Baromètre avant d'observer, pour prévenir les effets de l'adhésion du mercure aux parois du tube (406); & s'assurer qu'on a l'œil à niveau du mercure, lorsqu'on observe (407). Précautions en observant.

8°. Il faut auprès du Baromètre, un Thermomètre de mercure dont la boule soit petite; placé au milieu de la longueur du Baromètre, pour qu'il puisse indiquer plus sûrement sa température moyenne. Les *dégrés* de ce Thermomètre doivent avoir un rapport connu avec les parties de l'échelle du Baromètre (365); de Thermomètre qui doit accompagner le Baromètre.

Précaution dans le transport relative à la chaleur.

même qu'avec la hauteur de sa colonne (478 & *suiv.*). On doit éviter que ces deux instrumens soient inégalement échauffés par la chaleur du corps ou du soleil, pendant les observations (368).

De l'à-plomb.

9°. Il faut un *à plomb* dans la boëte du Baromètre (405) ; placé de manière qu'il ne soit point exposé au vent ; qu'on puisse arrêter ses oscillations, & l'empêcher de baloter dans le transport (489 & *suiv.*).

Support du Baromètre.

10°. Il est nécessaire en bien des cas, d'avoir un *support* pour placer le Baromètre (406) : j'ai éprouvé l'utilité de celui que j'ai décrit (502 & *suiv.*).

Baromètre pour l'observation correspondante à la station inférieure.

11°. Lorsqu'on veut connoître avec précision la différence de hauteur de deux lieux donnés, il faut nécessairement y avoir des observations simultanées (748). Le Baromètre en l'une des deux stations, peut être de la forme ordinaire, pourvû qu'on ait soin de le mettre d'accord avec celui qui est destiné au transport, en plaçant convenablement son échelle (394, 3°.). Il doit être aussi purgé d'air par le feu, & accompagné d'un Thermomètre (394, 2°.).

Précautions pour conserver l'accord des Baromètres.

12°. Il faut éviter de faire balancer le mercure dans les Baromètres *portatifs*, & de les mettre inutilement en expérience. Par ce moyen ils conserveront long-tems leur accord avec les Baromètres *sédentaires* (403). Il est bon cependant de comparer quelquefois les Baromètres qu'on porte sur les montagnes, avec ces derniers, pour s'assurer de leur état (402).

Il faut net-

13°. Il faut nettoyer de tems en tems la

etite branche du Baromètre *portatif*, de la ıanière que j'ai indiquée (450). toyer la petite branche du Baromètre portatif.

14°. Il eſt abſolument néceſſaire de connoî-'e le dégré de chaleur de l'air au moment de obſervation (531) : j'ai décrit le Thermomè-e que j'emploie à cet uſage (537). Sa conſ-'uction eſt telle, qu'il indique exactement la ;mpérature locale dans 5 minutes. On doit : ſuſpendre auſſi haut & auſſi iſolé qu'il eſt oſſible, pour qu'il repréſente aſſez exacte-ıent la température de l'air libre, à la hau-;ur où l'on obſerve. Thermomètre pour connoître la température de l'air.

15°. Les obſervations faites au *lever du ſoleil*, e peuvent être ſoumiſes à aucune règle fixe 599); il faut éviter ce moment là, préférer . cinquième partie du jour (741); & répé-;r les obſervations quand cela eſt poſſible, ›rs même qu'on ne pourroit mettre qu'un ɜtit intervalle de tems entr'elles. Il faut éviter d'obſerver au *lever du ſoleil.* Préférer la 5me. partie du jour; Répéter les obſervations.

16°. Enfin on doit avoir égard à la poſition es lieux où l'on obſerve, & aux changemens articuliers que des réverbérations de *chaleur* : d'autres cauſes locales, peuvent produire ans la denſité de l'air (622). Conſidérer les cauſes locales.

Il ne me reſte plus à récapituler, que les ;gles qu'on doit ſuivre, pour conclure des ɔſervations réunies du Baromètre & des deux hermomètres, la hauteur des lieux où elles ıt été faites. Ce ſera l'objet du Chapitre ſui-ınt, où j'appliquerai ces règles au grand nom-:e d'obſervations qui leur ſervent de fonde-ıent & de preuve. On y verra le dégré d'exac-ɾude auquel je ſuis parvenu.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Observations du Baromètre faites à la montagne de Saléve.

Situation de la montagne de *Saléve*, & des stations où le Baromètre a été observé.

624. JE commencerai le détail de mes observations, par celles dont j'ai tiré le plus de lumières. Elles ont été faites en quinze stations différemment élevées, dans une montagne nommée *Salève*, dont l'extrémité septentrionale est à l'*Est* de *Genève*, qui en est distant d'une lieue en cet endroit-là : la direction de cette montagne est du *Nord-Est* au *Sud-Ouest*. Les quinze stations sont comprises dans un espace d'environ deux lieues en ligne droite; quoiqu'il y ait quatre heures de marche pour les parcourir ; les onze premières se trouvant dans une pente rapide, occupent une étendue horizontale qui est à peine d'un quart de lieue; mais depuis la onzième à la quinzième, qui se trouve sur la plus haute sommité, la montagne s'élève insensiblement; c'est ce qui m'a obligé de mettre une plus grande distance entre ces dernières stations. J'indiquerai l'*aspect* de chacune, parce qu'il a pu influer dans les expériences; il est certain même qu'il a influé aux trois premières stations.

Observations correspondantes faites à la plaine.

625. Les observations correspondantes dans la plaine, ont été faites par mon père, avec une exactitude qui ne laisse rien à désirer. Il

observoit à chaque-quart d'heure, pendant tout le tems que je restois à la montagne, où je faisois ensorte que chacune de mes observations put toujours correspondre, pour le tems, avec une des siennes. Son Baromètre étoit au rez-de-chaussée d'une maison, distante de trois quart de lieue de mes premières stations dans la montagne. Il étoit fixé au mur, & n'a point changé de place pendant tout le tems qu'ont duré mes observations. Le Thermomètre destiné à indiquer le dégré de chaleur de l'air, étoit suspendu hors de la maison, sur une petite éminence.

Explication des colonnes contenues dans les Tables suivantes.

Pour rendre plus sensibles toutes les conditions qu'exige ma règle; j'ai distribué mes observations en plusieurs colonnes, dont voici l'explication.

626. I. *Colonne.* Renferme *les dates & les heures* auxquelles j'ai observé. Je les indique, soit parce que j'aurai occasion dans la suite, de tirer quelques conséquences des observations faites en divers endroits de la montagne dans le même jour; soit afin qu'on puisse reconnoître l'écart considérable des observations faites vers le *lever du soleil*; & l'exactitude presque constante de celles qui correspondent à la moyenne chaleur du matin qui répond à-peu-près à la cinquième partie de la journée (596). J'ai préféré à l'ordre des *dates* celui des augmentations de *chaleur de l'air*; afin Dates & heures.

qu'on voye d'un coup-d'œil l'influence considérable de sa température sur le résultat des observations.

Etat de l'Atmosphère.

627. II. *Colonne.* Contient l'*état sensible de l'Atmosphère relativement aux météores.* J'ai toujours espéré de demêler leur influence dans ces observations : & peut-être qu'en les indiquant je donnerai lieu à quelqu'un de m'aider dans cette recherche.

Baromètre inférieur.

628. III. *Colonne.* Renferme trois choses à chaque expérience : 1° *l'observation immédiate du Baromètre au lieu le plus bas*, exprimée en *seizièmes* de *ligne*. 2°. *La température du Baromètre* représentée par les *dégrés* d'un Thermomètre de mercure, dans lequel l'*eau bouillante* est à + 84, & l'*eau dans la glace* à — 12. Chaque *dégré* au-dessous de *zéro* est $\frac{1}{16}$ de *ligne* à ajouter, & chaque *dégré* au-dessus du même point est $\frac{1}{16}$ à déduire ; parce que la hauteur du Baromètre de la plaine ne s'est jamais beaucoup écartée de 27 *pouces* qui est la hauteur pour laquelle j'ai fixé cette division. Je désigne les *dégrés* au-dessous de *zéro*, par le signe —; & ceux qui sont au-dessus, par le signe +. Enfin la troisième chose indiquée par cette colonne est *la hauteur du Baromètre, réduite au point où elle se seroit trouvée immédiatement, si la température du lieu avoit été au* zéro *du Thermomètre.*

Baromètre supérieur.

629. IV. *Colonne.* Renferme *les observations du Barometre, faites au lieu le plus élevé*, rangées dans le même ordre détaillé pour la colonne précédente, avec cette différence seulement que les dégrés du Thermomètre sont

ıodifiés de manière qu'ils indiquent toujours
es 16mes. de *ligne* à ajouter ou à détruire, uoique la colonne de mercure ait moins de 27 *ouces* (478 & *suiv.*).

630. V. *Colonne.* J'ai placé dans celle-ci, *la* ·*ifférence de hauteur des Baromètres, exprimée* z *seiziémes de ligne*, non qu'elle soit nécessaire ı calcul; mais afin qu'on puisse remarquer, ° que dans le même lieu, & par le même égré de chaleur, cette différence augmente rec la hauteur *absolue* des Baromètres (548); ° Que cette différence de hauteur des Baromètres diminue sensiblement à mesure que la ıaleur augmente. Différences des Baromètres.

631. VI. *Colonne. Résultat du calcul par les garithmes.* Ce calcul consiste à prendre la fférence des *logarithmes* des deux hauteurs du ercure; à multiplier cette différence par 6, our avoir des *milliemes de pieds*, & à diviser ısuite par 1000. J'ai indiqué les hauteurs du ercure en *seiziemes de ligne*, parce que le .lcul est plus simple & plus abrégé que si je ıvois fait sur des *lignes & seiziemes de ligne.* ajouterai que quelle que soit l'expression des ıauteurs du mercure, qu'elle soit en *lignes* du *ied Anglois*, du *pied de France*, ou de tout aue: le rapport géométrique des hauteurs ne ıangeant point, la différence des *logarithmes* emeure toujours la même, & donne toujours hauteur en *milliemes de toise de France* à la mpérature que j'ai fixée. Cette colonne fera ntir mieux encore que la précédente, l'effet s différens dégrés de chaleur de l'*air*: on y ırra aussi que le calcul ne donne pas toujours Hauteur par les *logarithmes.*

le même résultat pour la même différence dans la hauteur du mercure : mais que ce résultat est plus petit, quand la hauteur absolue du Baromètre est plus grande, & réciproquement (556).

Chaleur de l'air aux deux postes.

632. VII. *Colonne. Chaleur de l'air aux deux stations*, indiquée par un Thermomètre de mercure, où l'*eau bouillante* est à + 147, & l'*eau dans la glace* à — 39. La première indication est celle du Thermomètre au lieu le plus élevé ; la seconde est celle d'un Thermomètre semblable au lieu le plus bas. J'indique les deux observations pour faire connoître qu'il n'y a point de rapport constant dans la température des couches d'air différemment élevées ; ce dont j'aurai occasion de faire usage dans la suite.

Chaleur moyenne.

633. VIII. *Colonne. Sommes des deux observations du Thermometre exposé à l'air.* Pour avoir le terme moyen arithmétique de température de l'air aux deux stations, il faut prendre la moitié de ces sommes. Mais comme il faut ensuite doubler ce terme moyen, à cause du rapport que j'ai établi entre les *dégrés* de ce Thermomètre, & la correction à faire pour la *chaleur* (609), j'ai employé immédiatement les sommes des observations. Ainsi les nombres renfermés dans cette *colonne* représentent des *demi dégrés* du Thermomètre : ceux qui sont précédés du signe — sont autant de 1000mes *parties* de la hauteur trouvée par les *logarithmes* à déduire de cette même hauteur ; & ceux que précède le signe +, sont des 1000mes. qu'il faut lui ajouter pour avoir la *hauteur* réelle.

Hauteur corrigée.

634. IX. *Colonne. Hauteur corrigée* (*en* pieds) *telle qu'elle se trouve par ma regle pour chaque*

expérience. On peut comparer ces résultats avec la *hauteur réelle*, indiquée à chaque station.

J'ai négligé les fractions de *pied* dans les *hauteurs*, & celles des *degrés* du Thermomètre qui accompagne le Baromètre; parce qu'il en seroit résulté de l'embarras dans les Tables, & bien du travail dans le calcul.

Ces observations, qui m'ont d'abord servi de guide, peuvent être considérées maintenant comme des preuves de tout ce que j'ai dit dans les Chapîtres précédens. Il est possible même que l'ordre dans lequel je les rapporte conduise à la découverte de quelque règle générale qui diminue les irrégularités qui subsistent encore: car il est difficile de s'assurer qu'on a tout vu dans un si grand Tableau.



OBSERVATIONS faites vers le lever du Soleil.

A la I[re]., *dont la hauteur* eſt 216 *pieds* 2 *pouces.*

1760. 9[e] Février 8 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme & ſerein	5222 −11 5233	5171 −15 5186	47	235	−45 −47	−92	213
9[e]. Mars 6 h. matin	calme & ſerein	5202 − 9 5211	5150 −14 5164	47	236	−39 $-43\frac{1}{2}$	$-82\frac{1}{2}$	216
1759. 8[e]. Septemb. 6 h. matin	calme & ſerein	5215 + 4 5211	5167 + 2 5165	46	231	−13 −15	−28	224

A la II[de]. 428 *pieds* 10 *pouces.*

1760. 9[e]. Mars 6 h. $\frac{1}{8}$ matin	calme & ſerein	5202 − 9 5211	5106 −13 5119	92	464	$-39\frac{1}{2}$ $-43\frac{1}{2}$	−83	425
1759. 8[e]. Septemb. 5 h. $\frac{3}{4}$ matin	calme & ſerein	5215 + 4 5211	5127 + 3 5124	87	438	$-11\frac{1}{2}$ $-17\frac{1}{2}$	−29	426
1758. 9[e]. Juin 4 h. $\frac{1}{8}$ matin	calme & ſerein	5213 + 6 5207	5125 + 5 5120	87	439	− 4 −13	−17	431

A la III[me]. 586 *pieds.*

1760. 9[e]. Mars 6 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme & ſerein	5202 − 9 5211	5075 −12 5097	124	628	−38 −44	−82	576
1759. 8[e]. Septemb. 5 h. $\frac{1}{2}$ matin	zéphyre ſerein	5214 + 4 5210	5094 + 3 5091	119	602	− 9 −17	−26	586
1758. 9[e]. Juin 4 h. matin	calme & ſerein	5213 + 5 520	5094 + 4 5080	118	597	− 5 −13	−18	586

Les obſervations que j'ai raſſemblées ici, ſont des exceptions à deux remarques que j'ai faites ci-devant. Elles donnent les *hauteurs* avec aſſez d'exactitude; quoique dans des Stations, où, par une cauſe locale, elles devroient les donner trop grandes (621). Et d'un autre côté, elles ont été faites vers le *lever du Soleil*; tems où, dans toutes les autres Stations, j'ai trouvé les *hauteurs* trop petites (599). Mais par cela même ces deux cauſes ont pû ſe compenſer. Cependant je croirois plutôt, que l'exactitude des réſultats procède; de ce que d'un côté, le *rocher* s'étoit rafraîchi pendant la nuit, & que de l'autre, ces Stations ſont à l'abri du *vent d'Eſt*; ce qui a fait ceſſer les cauſes d'exceptions.

I[re]. STATION,

Ire. STATION. 216 Pieds 2 pouces de hauteur.

Cette Station & les deux suivantes, sont à la par ie Occidentale de la Montagne, dans un talus dominé par un Rocher aride, fort élevé & coupé *à pic*. La chaleur que ce Rocher communique à l'air voisin, fait que les observations du Baromètre, donnent trop de *hauteur* dans ces trois premières Stations (621).

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre supér.*	*Différences des B.*	*Résultat par Log.*	*Therm. supér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 25e. Mars 5 h. soir	Sud — pluie	5154 — 6 5160	5101 — 9 5110	50	253	—30 —33	—63	237
2[illegible]e. dit 5 h. soir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5116 — 5 5121	50	253	—23 —21	—44	242
3e. Avril 5 h. soir	petit N.E. serein	5202 — 5 5207	5156 — 1 5157	50	251	—16 —14	—30	243
12e. Mars 4 h. ½ soir	petit S. couvert	5165 — 4 5169	5124 + 1 5123	46	233	—13 —11½	—24½	227
8e. Avril 5 h. ¼ soir	méd. N. nuages	5207 — 1 5208	5164 + 4 5160	48	241	— 5¼ — 6¼	—11½	238
7e. Août 7 h. ¾ matin	zéphyre serein	5208 + 4 5204	5162 + 5 5156	45	226	— 6 — 5½	—11½	223
22e. Juin 8 h. ¼ matin	calme & couvert	5161 + 5154	5120 + 8 5112	44	223	— 3 + 4	+ 1	223
12e. Avril 4 h. ½ soir	fort N. E. serein	5182 + 3 5179	5141 + 8 5133	46	232	+ 1½ + 2	+ 3½	233
20e. Juillet 6 h. ¾ matin	calme & serein	5185 + 8 5177	5138 + 7 5131	46	232	+ 1¼ + 4¾	+ 6	234
dit jour 5 h. soir	S. pluie	5175 + 12 51[illegible]	5133 + 12 5121	42	213	+ 7 + 9½	+17	216
7e. Août 5 h. ½ soir	zéphyre serein	5192 + 8 5184	5154 + 14 5140	44	222	+14½ +10½	+25	227
1759. 14e. Juillet 5 h. soir	calme & serein	5198 +12 5186	5162 +19 5143	43	217	+20½ —22½	+43	225
Somme des 12 Observations								276
Hauteur moyenne								230

II^{de}. STATION. 428 *pieds* 10 *pouces.*

Même Expoſition que la précédente.

Dates & Heures.	*État de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Février 9 h. matin	calme & ſerein	5224 −12 5236	5129 −14 5143	93	467	−42 −43	−85	427
25e, Mars 5 h. ſoir	méd. S. pluie	5154 − 6 5160	5059 −14 5068	92	468	−33 −30	−63	439
20e. dit 4 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	calme vapeurs	5164 − 7 5171	5074 − 5 5079	92	468	−23 −21	−44	447
12e. dit 4 h. ſoir	petit S. vapeurs	5165 − 4 5169	5082 0 5082	87	442	−14 −12	−26	430
1758. 1e. Octobre 3 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	zéphyre ſerein	5222 0 5222	5139 + 4 5135	87	437	−10 − 7	−17	430
1760. 8e. Avril 5 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	méd. N. nuages	5207 − 1 5208	5122 + 3 5119	89	449	− 7 − 6	−13	443
7e. Août 8 h. $\frac{1}{4}$ matin	zéphyre ſerein	5208 + 4 5204	5121 + 3 5118	86	434	− 5 $\frac{1}{2}$ + $\frac{1}{2}$	− 5	432
12e. Avril 4 h. $\frac{1}{4}$ ſeir	méd. N.E. ſerein	5182 + 3 5179	5098 + 7 5091	88	446	+ $\frac{1}{2}$ + 3	+ 3 $\frac{1}{2}$	448
20e. Juillet 7 h. matin	calme & ſerein	5186 + 8 5178	5099 + 6 5093	85	431	+ 1 $\frac{1}{2}$ + 4 $\frac{1}{2}$	+ 6	433
22e. Juin 8 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5078 + 8 5070	85	433	+ 3 + 4	+ 7	436
20e. Juillet 4 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	Sud pluie	5175 +12 5163	5092 +12 5080	83	422	+ 8 +10	+18	430
7e. Août 5 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	zéphyre & ſerein	5192 + 2 5184	5115 +14 5101	83	420	+15 $\frac{3}{4}$ +10 $\frac{1}{4}$	+26	431
1759. 14e. Juillet 6 h. ſoir	calme & ſerein	5194 +11 5183	5118 +17 5101	82	415	+18 +20	+38	431

Somme des 13 Obſervations 5657

Hauteur moyenne . . . . 435 $\frac{2}{13}$

IIIme. STATION. 586 pieds.

Même Expoſition que les précédentes.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Février 9 h. ¼ matin	calme & ſerein	5224 −12 5236	5098 −13 5111	125	630	−41 −46	−87	575
25e. Mars 4 h. ¾ ſoir	méd. S. pluie	5152 − 6 5158	5025 − 9 5034	124	634	−34 −29	−63	594
20e. dit 4 h. ½ ſoir	calme vapeurs	5164 − 7 5171	5040 − 7 5047	124	632	−23½ −20½	−44	604
12e. dit 4 h. ſoir	petit S. vapeurs	5165 − 5 5170	5050 0 5050	120	612	−14 −12	−26	596
1758. 1e. Octobre 3 h. ½ ſoir	calme & ſerein	5222 0 5222	5108 + 4 5104	118	596	− 8¾ − 7¼	−16	586
1760. 8e. Avril 4 h. ſoir	méd. N. ſerein	5207 − 1 5208	5091 + 3 5088	120	607	− 7¼ − 4¾	−12	600
7e. Août 8 h. ½ matin	zéphyre ſerein	5209 + 5 5204	5090 + 4 5086	118	597	− 8 + 2	− 6	594
12e. Avril 4 h. ſoir	fort N. E. ſerein	5182 + 3 5179	5068 + 3 5061	118	600	− 2 + 4	+ 2	601
22e. Juin 8 h. ¾ matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5048 + 8 5040	115	588	− 2 + 4	+ 2	589
20e. Juillet 7 h. ½ matin	calme & ſerein	5187 + 8 5179	5072 + 7 5065	114	580	− 2 + 8	+ 6	584
dit 5 h. ſoir	S. pluie tonner	5175 +12 5163	5062 +12 5050	113	577	+ 8½ + 9½	+18	586
1759. 14e. Juillet 6 h. ¼ ſoir	calme & ſerein	5107 +11 5185	5090 +18 5072	114	579	+17 +11	+28	595
1760. 7e. Août 5 h. ſoir	zéphyre ſerein	4192 + 9 5183	5003 +13 5070	113	574	+18 +11	+29	591

Somme des 13 Obſervations 7695

Hauteur moyenne . . . . $591\frac{12}{13}$

IVme. STATION. 728 pieds 8 pouces.

A l'entrée d'une Gorge qui traverse la Montagne dans sa largeur, de l'Est à l'Ouest. Cette Gorge, ou Vallon, a peu de largeur à l'Ouest, où la Station est située; mais elle s'ouvre beaucoup vers l'Est.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér*	*Baromètre supér.*	*Différences des B.*	*Résultat par Log.*	*Therm. supér & infér*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1750. 9e. Février 9 h. ½ matin	calme & serein	5224 —12 5236	5070 —12 5082	154	778	—39 —30	—69	724
12 dit 9 h. ¾ matin	calme & serein	5271 —11 5282	5114 —12 5126	156	781	—37 —30	—67	728
25e. Mars 4 ⅝ soir	petit S. neige	5152 — 6 5158	4996 — 9 5005	153	784	—33 —29	—62	736
20e. dit 4 ⅜ soir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5011 — 9 5020	151	772	—26 —20	—46	736
12e. dit 3 h. ¾ soir	petit S. vapeurs	5165 — 5 5170	5023 0 5023	147	751	—15 —12	—27	731
1758. 1e. Octobre 3 h. ¼ soir	calme & serein	5223 0 5223	5075 — 1 5075	147	744	—13¼ — 7¼	—20½	728
1755. 28e. Sept. 11 h. ½ matin	calme vapeurs	5161 — 1 5162	5017 2 5015	147	752	—10 —10	—20	737
1755. 9e. Mai 3 h. ½ soir	S. O. nuages	5132 + 6 5126	4988 + 9 4979	147	758	— 9 —11	—20	743
1750. 8e. Avril 4 h. ¾ soir	méd. N. nuages	5207 0 5207	5061 2 5059	148	751	—10 — 4½	—14½	740
1759. 7e. Septemb. 7 h. soir	zéphyre serein	5214 + 4 5210	5070 + 5 5065	145	735	— 6 — 3	— 9	728
1756. o. Août 7 h. matin	N. E. nuages	5204 + 1 5203	5061 + 3 5058	145	736	— 1 — 2	— 3	734
1758. 8e. Juin 8 h. ½ soir	calme & serein	5207 − 8 5203	5063 − 4 5059	144	732	— 1 — 2	— 3	729
750. 7e. Août 8 h. ¾ matin	de même	5207 + 4 5203	5063 − 4 5059	144	731	— 4¼ + 1¼	— 3	728
1758. 8e. Juin 8 h. ¼ matin	de même	5206 + 8 5198	5062 + 7 5055	143	727	0 + 1	+ 1	728
Somme de 14 Observations								10250

Somme des Observations précédentes								10250
760. 12e. Avril 5 h. $\frac{3}{4}$ soir	petit N.E. serein	5181 + 3 5178	5041 + 6 5035	143	730	− 2$\frac{1}{4}$ + 4$\frac{1}{2}$	+ 2$\frac{1}{4}$	7[illegible]1
22e. Juin 9 h. matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5019 + 8 5011	144	738	− 2 + 5	+ 3	740
dit 5 h. soir	calme tonnerres	5138 + 8 5130	4996 + 8 4988	142	731	− 1 + 4	+ 3	733
759. 14e. Juillet 7 h. $\frac{1}{4}$ soir	calme serein	519[illegible] +12 5184	5055 +12 5043	141	719	+ 5 + 7	+12	727
760. 20e. Juillet 7 h. $\frac{3}{4}$ matin	de même	5186 + 8 5178	5044 + 7 50[illegible]7	141	719	+ 7 +10	+17	731
dit 4 h. $\frac{1}{2}$ soir	violt. O. tonner.	5175 + 12 5163	5035 +13 5022	141	721	+ 8 +10	+18	734
7e. Août 4 h. $\frac{3}{4}$ soir	zéphyre serein	5193 + 9 5184	5056 + 12 5044	140	713	+ 9 +12	+21	728
Somme des 21 Observations								15375
Hauteur moyenne								732$\frac{1}{7}$

Observations faites vers le lever du Soleil.

760. 9e. Mars 6 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme serein	5202 − 9 5211	5046 −12 5058	153	776	−38$\frac{1}{2}$ −44	−82$\frac{1}{2}$	712
759. 8e. Septemb. 5 h. $\frac{1}{4}$ matin	zéphyre serein	5214 + 4 5210	5065 + 2 5063	147	746	−12 −17	−29	724
758. 9e. Juin 3 h. $\frac{3}{4}$ matin	calme serein	5214 + 6 5208	5066 + 3 5063	145	736	− 5 −13	−18	722



Vme. STATION. 917 pieds.

Dans le Vallon au pied de la Colline qui le borne au Sud.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre supér.*	*Différences des B.*	*Résultat par Log.*	*Therm. supér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Février 10 h. matin	calme & ferein	5224 −11 5235	5032 −10 5042	193	979	−33¾ −29¾	−63½	917
25e. Mars 4 h. ½ foir	méd. S. neige	5152 − 6 5158	4957 − 9 4966	192	989	−34 −28	−62	927
12e. Février 9 h. ¾ matin	calme ferein	5270 −11 5281	5076 −11 5087	194	975	−31 −30	−61	916
1756. 19e. Avril 6 h. ¾ foir	méd. N.E. ferein	5149 − 5 5154	4959 − 7 4966	188	968	−34 −19	−53	917
1760. 20e. Mars 4 h. ¼ foir	calme ferein	5167 − 7 5174	4975 −10 4985	189	970	−34 −19	−53	918
3e. Avril 5 h. foir	pet. N. E. ferein	5200 − 4 5204	5011 − 5 5016	188	958	−22 −14	−36	924
1758. 1e. Octobre 1. h. foir	calmebrouillard	5230 − 1 5231	5044 0 5044	187	948	−18½ −11½	−30	920
1755. 28e. Sept. 10 h. ¾ matin	calme vapeurs	5166 + 1 5165	4985 + 5 4980	185	950	−11 −14	−25	926
1760. 12e. Mars 3 h. ½ foir	petit S. couvert	5165 − 5 5170	4987 0 4987	183	939	−17 − 9	−26	915
1756. 19e. Avril 4 h. foir	méd. N.E. ferein	5153 − 2 5155	4973 + 1 4972	183	942	−10 − 8	−18	925
1760. 8e. Avril 4 h. ¾ foir	méd. N. ferein	5207 0 5207	5023 0 5023	184	937	−12½ − 4½	−17	921
12e. dit 10 h. ¼ matin	méd. N.E. ferein	5191 + 1 5190	5012 + 4 5008	182	930	− 9 − 2	−11	920
1755. 14e. Juillet 2 h. foir	calme ferein	5194 + 5 5189	5014 + 6 5008	181	925	− 4 − 2	− 6	919
1760. 22e. Juin 9 h. ½ matin	calme couvert	5161 + 5 5156	4984 + 7 4977	179	920	− 4 + 3	− 1	919
1759. 7e. Sept. 6 h. ½ foir	calme ferein	5217 + 8 5209	5035 + 6 5029	180	916	− 1½ + ½	− 1	916
Somme des 15 Obfervations								13800

Somme des Observations précédentes								13800
1760. 12e. Avril 3 h. ¾ soir	méd. N.E. ferein	5181 + 2 5179	5004 + 5 4999	180	921	− 4 + 4	0	921
22e. Juin 11 h. ½ matin	petit S. couvert	5159 + 6 5153	4981 + 7 4974	179	921	− 4 + 4	0	921
1758. 8e. Juin 8 h. soir	calme ferein	5207 + 4 5203	5029 + 8 5021	178	908	+ 2 + 1	+ 3	911
1760. 22e. Juin 5 h. soir	pet. S. tonnerres	5138 + 8 5130	4960 + 8 4952	178	920	− 1 + 6	+ 5	925
7e. Août 9 h. matin	zéphyre ferein	5207 + 4 5203	5031 + 7 5024	179	912	− 1 + 6	+ 5	917
1756. 29e. Août 6 h. soir	méd. N.E. nuag.	5196 + 5 5171	5023 +11 5012	179	914	+ 4 + 4	+ 8	922
1760. 7e. Août 4 h. ¼ soir	zéphyre ferein	5194 + 8 5186	5019 + 9 5010	176	899	+ 7 +14	+21	918
20e. Juillet 8 h. ½ matin	calme ferein	5185 + 9 5176	5010 +10 5000	176	901	+ 9 +13	+22	921
dit 4 h. ½ soir	O. tonner. pluie	5175 +12 5163	5001 +13 4988	175	898	+ 9½ +13½	+23	919
Somme des 24 Observations								22075
Hauteur moyenne								$919\frac{19}{24}$

Observations faites vers le lever du Soleil.

1760. 9e. Mars 6 h. ¾ matin	calme ferein	5202 − 9 5211	5008 −11 5019	192	978	−39 −44	−83	897
1759. 15e. Juillet 5 h. matin	zéphyre ferein	5197 + 8 5189	5015 + 6 5009	180	920	− 9½ − 7½	−17	904



VIme. STATION. 1218 pieds 8 pouces.

En montant depuis le Vallon ſur la partie Méridionale de la Montagne. Lieu fort iſolé, à l'Oueſt.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infé.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Février 10 h. $\frac{1}{4}$ matin	calme ſerein	5225 −12 5237	4973 − 9 4982	255	1301	−34 −29 $\frac{1}{2}$	−63 $\frac{1}{2}$	1218
25e. Mars 4 h. ſoir	petit S. neige	5150 − 6 5156	4894 − 9 4903	253	1311	−34 −27	−61	1231
12e. Février 10 h. matin	calme ſerein	5271 −10 5281	5016 − 9 5025	256	1295	−32 $\frac{1}{2}$ −27	−59 $\frac{1}{2}$	1218
1756. 19e. Avril 6 h. matin	N. E. ſerein	5150 − 6 5156	4900 − 8 4908	248	1284	−31 −21	−52	1218
1760. 20e. Mars 4 h. ſoir	pet. N. E. vapeurs	5168 − 7 5175	4915 − 9 4924	251	1295	−31 $\frac{3}{4}$ −21 $\frac{1}{4}$	−52	1228
3e. Avril 4 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	pet. N. E. ſerein	5200 − 5 5205	4951 − 6 4957	248	1272	−21 −14	−35	1227
1758. 1e. Octobre 0 h. $\frac{1}{2}$ ſoir	calme brouill.	5232 − 1 5233	4988 + 1 4987	246	1254	−18 −12	−30	1217
1760. 8e. Avril 4 h. $\frac{1}{2}$ ſoir	méd. N. nuages	5207 − 1 5208	4963 0 4963	245	1255	−15 − 5	−20	1230
1756. 19e. Avril 2 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	N. E. ſerein	5154 — 5156	5926 + 11 4915	241	1247	−14 − 5	−19	1224
1755. 28e. Sept. 9 h. $\frac{3}{4}$ matin	calme vapeurs	5165 + 1 5164	4927 − 4 4923	241	1245	−13 − 5	−18	1223
1760. 12e. Avril 10 h. matin	fort N. E. ſerein	5192 0 5192	4954 + 3 4951	241	1238	−13 − 3	−16	1218
1759. 15^{e}. Juillet 5 h. $\frac{1}{2}$ matin	petit E. ſerein	5197 + 7 5190	4957 − 6 4951	239	1228	− 5 $\frac{1}{2}$ − 2 $\frac{1}{2}$	− 8	1218
7^{e}. Sept. 6 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	calme ſerein	5217 + 8 5209	4977 + 6 4971	238	1219	− 2 $\frac{1}{2}$ + 2	− $\frac{1}{2}$	1218
1760. 22e. Juin 11 h. $\frac{3}{4}$ mat.	petit S. couvert	5159 − 7 5152	4922 + 6 4916	236	1222	− 5 + 6	+ 1	1223
Somme des 14 Obſervations								17111

Somme

Somme des Obſervations précédentes 17111

dit 5 h. ſoir	petit S. couvert	5138 + 8 5130	4902 + 7 4895	235	1222	− 2½ + 5½	+ 3	1225
756. 9e. Mai 2 h. ¼ ſoir	S. O. nuages	5135 + 7 5128	4903 + 9 4894	234	1217	− 1 + 5½	+ 4½	1222
29e. Août 3 h. ¼ ſoir	N. E. nuages	5200 + 4 5196	4969 + 9 4960	236	1211	− ½ + 5½	+ 5	1217
760. 7e. Août 9 h. ½ matin	zéphyre ſerein	5207 + 5 5202	4974 + 8 4966	236	1210	+ 2 + 3	+ 5	1216
758. 8e. Juin 7 h. ½ ſoir	calme ſerein	5206 + 8 5198	4970 + 7 4963	235	1205	+ 3½ + 7½	+11	1218
dit 7 h. ¼ ſoir	de même	5206 + 8 5198	4971 + 8 4963	235	1205	+ 4½ +11	+15½	1224
dit 7 h. ſoir	de même	5206 + 8 5198	4971 + 8 4963	235	1205	+ 5 +13	+18	1227
dit 1 h. ſoir	de même	5209 + 8 5201	4977 + 9 4968	233	1194	+ 6 +15½	+21½	1220
760. 20e. Juillet 8 h. ¼ matin	zéphyre ſerein	5185 + 8 5177	4956 +11 4945	232	1194	+ 9 +13½	+22½	1221
758. 8e. Juin 6 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5205 + 9 5196	4973 + 9 4964	232	1190	+ 7½ +17½	+25	1220
760. 7e. Août 4 h. ¼ ſoir	zéphyre ſerein	5195 + 8 5187	4964 + 8 4956	231	1187	+10 +16	+26	1218
758. 8e. Juin 6 h. ſoir	calme ſerein	5204 + 9 5195	4973 + 9 4964	231	1185	+ 8½ +20	+28½	1219
760. 20e. Juillet 4 h. ſoir	méd. O. tonnerr.	5176 +12 5164	4946 +11 4935	229	1182	+ 9 +19½	+28½	1216

Somme des 27 Obſervations 32974
Hauteur moyenne . . . . $1221\frac{7}{27}$



VIIme. STATION. 1420 pieds.

Sur le penchant de la Montagne, du côté qui domine le Vallon. L'expoſition eſt au Nord-Eſt, & cette Station eſt à-peu-près au niveau du ſommet de la Colline oppoſée.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 7 h. ½ matin	calme ſerein	5202 − 9 5211	4906 −10 4916	295	1519	−38 −35	−73	1408
9e. Février 10 h. ½ matin	idem	5226 −11 5237	4935 − 7 4942	295	1511	−33 −29½	−62½	1416
25e. Mars 4 h. ¼ ſoir	méd. S. neige	5150 − 7 5157	4856 − 9 4865	292	1519	−35 −27	−62	1425
12e. Février 10 h. ¼ matin	calme ſerein	5271 −10 5281	4976 − 8 4984	297	1508	−30 −27	−57	1422
20e. Mars 4 h. ſoir	petit N.E. ſerein	5168 − 8 5176	4877 − 8 4885	291	1508	−34 −21	−55	1425
3e. Avril 4 h. ¾ ſoir	de même	5200 − 5 5205	4911 − 7 4918	287	1478	−27 −14	−41	1417
1758. 1e. Octobre 0 h. ¼ ſoir	calme brouill.	5234 − 1 5235	4951 + 1 4950	285	1459	−17 −12	−29	1416
1756. 19e. Avril 2 h. ¼ ſoir	N. E. ſerein	5170 − 3 5173	4896 + 5 4891	282	1460	−10 −19	−29	1418
1760. 8e. Avril 4 h. ¼ ſoir	méd. N. nuages	5207 0 5207	4924 − 1 4925	282	1451	−17 − 4½	−21½	1420
1755. 28e. Sept. 9 h. matin	calme vapeurs	5165 0 5165	4890 + 4 4886	279	1447	−15 − 6½	−21½	1416
1760. 12e. Avril 9 h. ¾ matin	fort N. E. ſerein	5192 0 5192	4915 + 2 4913	279	1439	−14 − 3	−17	1415
1756. 29e. Août 11 h. matin	pet. N. E. ſerein	5204 + 3 5201	4927 + 3 4924	277	1426	− 9 + 3	− 6	1418
1759. 15e. Juillet 6 h. ¼ matin	calme ſerein	5198 + 7 5191	4922 + 8 4914	277	1429	− 2 − 2	− 4	1423
Somme de 13 Obſervations								18439

Somme des Obfervations précédentes								18439
7e. Septemb. 6 h. ¼ foir	calme ferein	5217 + 8 5209	4940 + 5 4935	274	1408	− 4 + 4½	0	1408
1760. 22e. Juin midi	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4885 + 7 4878	274	1424	− 5½ + 6½	+ 1	1425
1756. 1e. Août 7 h. matin	S. couvert	5163 + 4 5159	4891 + 5 4886	273	1417	0 + 1	+ 1	1418
1760. 22e. Juin 4 h. ¾ foir	petit S. couvert	5138 + 8 5130	4866 + 7 4859	271	1413	− 3 + 7	+ 4	1420
7e. Août 9 h. ¾ matin	zéphyre nuages	5207 + 5 5202	4938 + 9 4939	273	1405	+ 3½ + 6½	+10	1419
1758. 8e. Juin 0 h. ½ foir	calme ferein	5208 + 7 5201	4941 +10 4931	270	1589	+ 7½ +15	+22½	1420
1760. 7e. Août 3 h. ¾ foir	zéphyre ferein	5197 + 8 5189	4928 + 8 4920	269	1387	+ 6 + 7½	+23½	1420
20e. Juillet 8 h. ¾ foir	idem	5184 + 9 5175	4920 +13 4907	268	1386	+10 +15	+25	1420
1758. 8e. Juin 5 h. ½ foir	calme ferein	5204 + 8 5196	4934 + 7 4927	269	1385	+ 5½ +21	+26½	1422
1760 20e. Juillet 3 h. ¾ foir	O. couvert tonn.	5176 +12 5164	4909 +11 4898	266	1378	+ 8½ +22	+30½	1420
Somme des 23 Obfervations								32631
Hauteur moyenne								1418 17/23



VIIIme. *STATION*. *2800 pieds 6 pouces.*

Même Expofition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre fupér.*	*Différences des B.*	*Réfultat par Log.*	*Therm. fupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. matin	calme ferein	5202 — 9 5211	4832 —10 4842	369	1914	-38 $-32\frac{1}{2}$	$-70\frac{1}{2}$	1779
25e. dit 4 h. foir	méd. S. neige	5150 — 7 5157	4781 — 9 4790	367	1923	$-35\frac{1}{2}$ -25	$-60\frac{1}{2}$	1807
9e. Février 11 h. matin	calme ferein	5225 —10 5235	4856 — 8 4864	371	1915	-33 -27	-60	1800
22e. dit 11 h. matin	de même	5270 —10 5280	4901 — 7 4908	372	1903	$-26\frac{1}{2}$ $-24\frac{1}{2}$	-51	1806
3e. Avril 4 h. ½ foir	pet. N. E. ferein	5200 — 5 5205	4837 — 6 4843	362	1878	$-27\frac{1}{4}$ $-12\frac{3}{4}$	-40	1803
1758. 1e. Octobre midi	calme brouill.	5234 — 1 5235	4878 + 1 4877	358	1846	$-20\frac{3}{4}$ $-13\frac{1}{4}$	-34	1783
1760. 8e. Avril 4 h. ¼ foir	méd. N. nuages	5207 — 1 5208	4852 — 1 4853	355	1840	$-17\frac{1}{2}$ $-4\frac{1}{2}$	-22	1800
12e. Avril 9 h. ¾ matin	méd. N.E. ferein	5192 0 5192	4840 — 1 4840	352	1829	-13 -3	-16	1800
1759. 15e. Juillet 6 h. ¾ matin	petit N.E. ferein	5198 + 8 5190	4850 + 8 4842	348	1808	$-1\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$	-1	1806
7e. Septemb. 5 h. ¾ foir	calme ferein	5218 + 9 5209	4870 + 5 4865	344	1780	$-5\frac{3}{4}$ $+5\frac{3}{4}$	-0	1780
1760. 22^e^. Juin 0 h. ½ foir	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4814 + 7 4807	345	1806	-5 $+5$	-0	1806
ledit 4 h. ½ foir	de même	5142 + 8 5134	4799 + 6 4793	341	1791	$-3\frac{1}{2}$ $+10$	$+6\frac{1}{2}$	1802
Somme de 12 Obfervations . . .								21572



Somme des Observations précédentes								21572
7e. Août 10 h. ½ matin	zéphyre ferein	5207 + 5 5202	4866 + 9 4857	345	1788	− ½ + 7½	+ 7	1800
1758. 8e. Juin midi	calme ferein	5208 + 7 5201	4867 + 7 4860	341	1787	+ 6½ +13½	+20	1802
1760. 7e. Août 3 h. ½ foir	zéphyre ferein	5197 + 8 5189	4858 + 8 4850	339	1760	+ 5½ +16½	+22	1800
20e. Juillet 9 h. ¾ matin	de même	5184 + 9 5175	4851 +13 4838	337	1754	+ 8½ +17½	+26	1800
ledit 3 h. ¾ foir	méd, O. tonner.	5175 +12 5163	4838 +10 4828	335	1748	+ 7½ +22	+29½	1800
Somme des 17 Obfervations								30574
Hauteur moyenne								1798 $\frac{8}{17}$



IXme. STATION. 1965 pieds 3 pouces.

Même expoſition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. ½ matin	calme ſerein	5202 — 9 5211	4795 —10 4807	404	2103	—38 —32	—70	1956
25e. dit 4 h. ſoir	méd. S. neige	5150 — 7 5157	4749 — 9 4758	399	2098	—36½ —27	—63½	1965
9e. Février 11 h. ¼ mat.	calme ſerein	5224 —10 5234	4823 — 8 4831	403	2087	—30¾ —26¾	—57½	1967
12e. dit 11 h. ¼ mat.	de même	5269 —10 5279	4869 — 7 4876	403	2069	—26¼ —23¼	—49½	1967
2e. Avril 4h. ¼ ſoir	pet. N. E. ſerein	5200 — 5 5205	4806 — 6 4812	393	2046	—27¼ —12¾	—40	1964
1758. 1e. Octobre 11 h. ¾ matin	pet. N.E. brouill.	5234 — 1 5235	4847 + 1 4846	389	2012	—16½ —13½	—30	1952
1760. 8e. Avril 4 h. ſoir	méd. N. nuages	5207 — 2 5205	4821 — 1 4820	387	2011	—28 — 4½	—22½	1966
12e. dit 9 h. ½ matin	méd. N.E. ſerein	5192 0 5192	4808 + 1 4807	385	2007	—17 — 4	—21	1965
1759. 15e. Juillet 7 h. ¼ matin	pet. N. E. ſerein	5198 + 8 5190	4821 + 8 4813	377	1965	— 2¾ + 1¾	+ 1	1963
1760. 22e. Juin 0 h. ¾ ſoir	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4783 + 6 4777	375	1969	— 6½ + 5½	— 1	1967
1759. 7e. Sept. 5 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5218 + 9 5209	4841 + 6 4835	374	1942	— 4 + 8	+ 4	1950
1760. 22e. Juin 4 h. ½ ſoir	petit S. couvert	5142 + 8 5134	4768 + 6 4762	372	1960	— 2 + 8	+ 6	1971
7e. Août 10 h. ¼ mat.	zéphyre ſerein	5207 + 6 5201	4835 + 8 4827	374	1945	— ½ + 7½	+ 7	1958
Somme de 13 Obſervations								25511

Sommes des Observations précédentes							25511
dit 3 h. ½ soir	zéphyre serein	5198 + 8 5190	4828 + 8 4820	370	1927	+ 3 +17 } +20	1965
758. 8e. Juin 11 h. ¾ matin	calme serein	5209 + 7 5202	4839 + 7 4832	370	1923	+ 8 +14 } +22	1965
760. 20e. Juillet 9 h. ¾ matin	zéphyre serein	5184 + 9 5175	4820 +11 4809	366	1911	+ 8 +17½ } +25½	1960
dit 3 h. ½ soir	méd. O. couvert	5176 +12 5164	4811 +10 4801	363	1900	+ 7 +22 } +29	1955
Somme des 17 Observations							33356
Hauteur moyenne							$1962\frac{2}{17}$



*X*me. *STATION.* *2211 pieds.*

Même expoſition que la précédente.

Dates & Heures.	*État de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. ½ matin	petit N. E. ſerein	5202 — 9 5211	4751 —10 4761	450	2354	—38 —26	—64	2203
25e. dit 4 h. ¾ ſoir	petit S. neige	5150 — 7 5157	4704 — 8 4712	445	2352	—35 —25	—60	2211
9e. Février 11 h. ¾ matin	pet. S. O. ſerein	5223 —10 5233	4773 — 8 4781	452	2354	—32 —25½	—57½	2218
12e. dit 11 h. ⅝ mat.	calme ſerein	5268 —10 5278	4821 — 7 4828	450	2322	—26 —22	—48	2221
3e. Avril 4 h. ſoir	pet. N. E. ſerein	5200 — 5 5205	4758 — 6 4764	441	2307	—28 —12¼	—40½	2213
1758. 1e. Octobre 11 h. ½ matin	méd. N. E. brouil.	5235 — 1 5236	4801 + 1 4800	436	2265	—11 —13	—24	2211
1760. 8e. Avril 3 h. ¼ ſoir	méd. N. nuages	5207 — 2 5209	4775 — 1 4776	433	2261	—18 — 4	—22	2211
12e. dit 9 h. ¼ matin	fort N. E. ſerein	5192 0 5192	4761 — 1 4762	430	2252	—16¾ — 4¼	—21	2206
1759. 15e. Juillet 7 h. ¾ matin	pet. N. E. ſerein	5198 + 8 5190	4773 + 5 4768	422	2210	— 6 + 6	0	2210
1760. 22e. Juin 1 h. ſoir	petit S. couvert	5158 + 7 5151	4736 + 5 4731	420	2216	— 5¾ + 5¾	0	2216
1759. 7e. Septemb. 5 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5219 + 9 5210	4797 + 6 4791	419	2185	— 3¼ + 9½	+ 5½	2197
1760. 22e. Juin 4 h. ſoir	petit S. couvert	5143 + 8 5135	4725 + 6 4719	416	2201	— 2½ +10	+ 7½	2217
7e. Août 11 h. ¼ mat.	zéphyre ſerein	5207 + 6 5201	4789 + 7 4782	419	2289	+ 1½ + 8½	+10	2211

Somme de 13 Obſervations 28735

Somme

Somme des Observations précédentes								28735
1758. 8e. Juin 11 h. ½ matin	calme serein	5210 + 7 5203	4793 + 7 4786	417	2177	+ 3¾ +12½	+16¼	2212
1760. 7e. Août 3 h. matin	zéphyre serein	5193 + 8 5101	4785 + 8 4777	414	2166	+ 3½ +16½	+20	2209
20e. Juillet 11 h. ¼ matin	de même	5184 + 9 5175	4774 + 10 4764	411	2156	+ 4¾ +18¾	+23½	2207
dit 3 h. ¼ soir	méd. O. tonner.	5175 + 11 5165	4767 + 10 4757	408	2144	+ 7 +23	+30	2209
Somme des 17 Observations								37572
Hauteur moyenne								2210 $\frac{2}{17}$



XIme. STATION. 2333 pieds.

Sur la croupe de la Montagne. Depuis cette Station on ne monte plus qu'insensiblement vers les suivantes. La plaine se découvre d'ici parfaitement excepté au Sud-Ouest.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre supér.*	*Différences des B.*	*Résultat par Log.*	*Therm. supér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. ¾ matin	calme serein	5202 −9 5211	4727 −10 4737	474	2485	−36 −28	−64	2326
25e. dit 3 h. ¾ soir	petit S. neige	5150 −7 5157	4683 −8 4691	466	2468	−36 −25	−61	2318
9e. Février midi	petit S.O. serein	5222 −11 5233	4750 −9 4759	474	2474	−31½ −25½	−57	2333
12e. dit 11 h. ¾ matin	calme serein	5267 −10 5277	4795 −6 4801	476	2463	−26¾ −21¼	−48	2345
3e. Avril 3 h. ¾ soir	petit N.E. serein	5200 −5 5205	4735 −6 4741	464	2433	−28½ −12½	−41	2333
1758. 1e. Octobre 11 h. matin	calme brouill.	5236 −1 5237	4780 +1 4779	458	2385	−10 −15	−25	2325
1760. 12e. Avril 9 h. matin	fort N. E. serein	5192 0 5192	4737 −1 4738	454	2385	−18½ −5	−23½	2329
8e. dit 3 h. ½ soir	méd. N. nuages	5207 −2 5209	4753 −1 4754	455	2382	−17½ −3½	−21	2332
2e. Octobre 3 h. ½ soir	pet. N. E. serein	5219 +3 5216	4775 +4 4771	445	2324	−6 +4	−2	2319
22e. Juin 1 h. ¼ soir	méd. S. couvert	5158 +7 5151	4714 +5 4709	442	2337	−8½ +7	−1½	2334
1759. 15e. Juillet 8 h. matin	pet. N. E. serein	5198 +8 5190	4750 +5 4745	445	2336	−5¾ +8¾	+3	2343
1760. 22e. Juin 3 h. ¼ soir	méd. S. couvert	5147 +8 5139	4706 +5 4701	438	2321	−3¾ +14¾	+11	2346
7e. Août 11 h. ½ matin	zéphyre serein	5206 +6 5200	4768 +6 4762	438	2293	+1¼ +9¾	+11	2318
1758. 8e. Juin 11 h. ¼ matin.	calme serein	5210 +7 5203	4770 +6 4764	439	2297	+3 +12½	+15½	2333
Somme des 14 Observations								32634

Somme des Obſervations précédentes.								32634
1760. 7ᵉ. Août 2 h. ½ ſoir	zéphyre ſerein	5200 + 8 5192	4762 + 7 4755	437	2291	+ 2¾ +16	+18¾	2333
20ᵉ. Juillet 9 h. ½ matin	de même	5183 + 9 5174	4750 + 8 4742	432	2272	+ 5½ +19	+24½	2328
dit 3 h. ſoir	méd. O. couvert	5175 +12 5163	4743 +10 4733	430	2266	+ 7½ +24	+31½	2337
Somme des 17 Obſervations								39632
Hauteur moyenne								$2331\frac{5}{17}$



XIIme. STATION. 2582 pieds 4 pouces.

En ſuivant la croupe de la Montagne, vers le Sud-Oueſt. Les Obſervations ont été faites ſur le bord Occidental.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre ſupér.*	*Différences des B.*	*Réſultat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la régle.*
1760. 12e. Février 0 h. ½ ſoir	calme ſerein	5263 − 9 5272	4745 − 5 4750	522	2717	−26¾ −20¼	−47	2589
12e. Avril 8 h. ¾ matin	fort N. E. ſerein	5192 − 1 5193	4688 − 3 4691	502	2649	−21 − 7	−28	2575
1758. 1e. Octobre 10 h. ½ matin	petit N. ſerein & brouillards au-deſſous.	5236 − 1 5237	4734 + 3 4731	506	2648	− 9 −15½	−24½	2583
1760. 8e. Avril 3 h. ¼ ſoir	méd. N. nuages	5206 − 1 5207	4701 − 2 4703	504	2652	−18½ − 2	−20½	2598
1759. 15e. Juillet 9 h. matin	calme ſerein	5197 + 9 5188	4702 + 6 4696	492	2596	− 5¼ + 1¼	− 4	2586
1760. 2e. Octobre 3 h. ſoir	pet. N. E. ſerein	5220 + 3 5217	4727 + 3 4724	493	2587	− 7½ + 4	− 3½	2578
1756. 20e. Juin 7 h. ½ matin	calme ſerein	5187 + 5 5181	4695 + 4 4691	490	2589	− 8¾ + 5¼	− 3½	2580
dit midi	idem	5184 + 8 5176	4696 + 4 4692	484	2558	− 5¼ +12¾	− 7½	2578
1759. 7^e^. Septemb. 4 h. ¼ ſoir	calme vapeurs	5219 +10 5209	4728 + 6 4722	487	2558	− 4 +12	+ 8	2578
1760. 22e. Juin 3 h. ¼ ſoir	calme couvert	5146 + 8 5138	4661 + 6 4655	483	2572	− 1¾ +12¼	+10½	2599
1758. 8e. Juin 10 h. ½ matin	calme ſerein	5209 + 7 5202	4723 + 7 4716	486	2556	+ ½ +10½	+11	2584
1760. 7e. Août 0 h. ¼ ſoir	zéphyre ſerein	5203 + 7 5196	4720 + 7 4713	483	2542	+ 3 +11	+14	2578
1760. 7e. Août 2 h. ¼ ſoir	de même	5198 + 8 5190	4716 + 7 4709	481	2534	+ 3 +16	+19	2582
1756. 20e. Juin 4 h. ſoir	calme ſerein	5180 +11 5169	4700 + 9 4691	478	2528	+ 1 +19	+20	2579
Somme des 14 Obſervations								36167.

Somme des Observations précédentes								36167
1760. 20e Juillet 11 h. ½ matin	petit N. nuages	5181 +10 5171	4702 + 8 4694	477	2522	+ 3½ +19½	+23	2580
dit 2 h. ½ soir	méd. O. tonnerr.	5174 +12 5162	4695 + 9 4690	475	2515	+ 8 +23½	+31½	2594
Somme des 16 Observations								41341
Hauteur moyenne								2583 13/16



XIIIme. STATION. 2700 pieds.

Même Expofition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre fupér.*	*Différences des B.*	*Réfultat par Log.*	*Therm. fupér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la régle.*
1760. 12e. Avril, 8 h. matin	fort N. E. ferein	5192 — 1 5193	4663 — 2 4665	528	2794	—20 ½ — 8	—28 ½	2715
1758. 1e. Octobre 9 h. ¾ matin	calme ferein & brouillards au-deffous.	5239 — 1 5240	4712 + 3 4709	531	2784	—11 ¼ —16 ¾	—28	2706
1760. 8e. Avril 3 h. foir	méd. N. nuages	5207 — 1 5208	4681 — 2 4683	525	2768	—17 ¼ — 1 ¾	—19	2716
2e. Octobre 2 h. ¾ foir	pet. N. E. ferein	5220 + 3 5217	4706 + 3 4703	514	2703	— 6 ½ + 4 ½	— 2	2697
22e. Juin 2 h. ¾ foir	petit S. couvert	5151 [illegible] [illegible]	4640 + 5 4635	508	2710	+ 9 —11	— 2	2704
1759. 15e. Juillet 10 h. matin	calme ferein	5194 +11 [illegible]	4683 + 7 4676	507	2682	+ 2 ¼ + 5 ¾	+ 8	2703
7e. Sept. 4 h. foir	calme vapeurs	[illegible] +1[illegible] 5208	4708 + 7 4701	507	[illegible]	— 2 ¾ +14 ¾	+12	2701
1758. 8e. Juin 10 h. matin	calme ferein	5200 + 7 [illegible]	4701 + 7 4694	[illegible]	2677	+ 1 ½ +10 ½	+12	2709
1760. 7e. Août 0 h. ¾ foir	zéphyre ferein	[illegible] + [illegible] 5195	4697 + 7 4690	505	2665	+ ½ +11 ½	+12	2697
ledit 1 h. ¾ foir	de même	5199 + 8 5191	4695 + 7 4688	503	2666	+ 2 ¼ +14 ¼	+16 ½	2700
20e. Juillet midi	petit N. nuages	5179 +10 5169	4680 + 8 4672	497	2634	+ 4 ½ +20 ½	+25	2700
dit 0 h. ½ foir	de même	5179 +11 5168	4680 + 8 4672	496	2629	+ 5 ½ +21 ½	+27	2700
dit 1 h. foir	de même	5178 +11 5167	4679 + 8 4671	496	2629	+ 5 ½ +21 ½	+27	2700
dit 2 h. ¼ foir	de même	5174 +12 5162	4675 + 8 4667	495	2627	+ 5 ½ +23 ½	+29	2703
dit 2 h. foir	de même	5174 +11 5163	4677 + 8 4669	494	2620	+ 6 +24 ½	+30 ½	2700

Somme des 15 Obfervations 40551

Hauteur moyenne . . . . $2703\frac{6}{15}$

XIVme. STATION. 2742 *pieds* 5 *pouces.*

Toujours sur la croupe de la Montagne, mais à l'Orient près du Rocher sur lequel est la Station suivante.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Baromètre infér.*	*Baromètre supér.*	*Différences des B.*	*Résultat par Log.*	*Therm. supér. & infér.*	*Sommes.*	*Haut. par la règle.*
760. 12e. Avril 6 h. matin	fort N. E. serein	5196 — 1 5197	4651 — 5 4656	541	2865	—25¼ —20¾	—46	2733
758. 1e. Octobre 7 h. ¾ matin	petit E. serein & brouillards au-dessous.	5242 — 1 5243	4700 0 4700	543	2849	—17¼ —20¼	—37½	2742
8e. Juin 6 h. ¼ matin	E. nuages	5209 + 4 5205	4684 + 4 4680	525	2770	— 5 — 4	— 9	2745
760. 2^e. Octobre 1 h. soir	pet. N. E. serein	5224 + 2 5222	4701 + 4 4697	525	2761	— 6½ + ½	— 6	2744
758. 8e. Juin 6 h. ¾ matin	E. nuages	5208 + 4 5204	4689 + 6 4683	521	2749	— 3 + ½	— 2½	2742
dit 7 h. ¼ matin	calme nuages	5209 + 5 5204	4691 + 7 4684	520	2743	— 2¼ + 1¾	— ½	2742
760. 13e. Août 3 h. ¼ soir	méd. S. nuages	5169 + 9 5160	4652 + 4 4648	512	2723	— 5½ +11	+ 5½	2738
758. 8e. Juin 8 h. ½ matin	calme nuages	5210 + 6 5204	4692 + 6 4686	518	2732	— ½ + 6	+ 5½	2747
759. 7e. Sept. 2 h. soir	de même	5216 + 8 5208	4702 + 8 4694	514	2708	— 2¼ +13¾	+11½	2739
15e. Juillet 4 h. soir	zéphyre serein	5181 +11 5170	4675 + 9 4666	504	2673	+ 5 +20	+25	2740

Somme des 10 Observations 27412

Hauteur moyenne 2741 1/5



XVme. STATION. 2926 pieds 8 pouces.

Sur un Rocher iſolé, qui domine toute la Montagne.

Dates & Heures.	*État de l'air.*	*Baro-mètre infér.*	*Baro-mètre ſupér.*	*Diffé-rences des B.*	*Réſul-tat par Log.*	*Therm. ſupér. & infér.*	*Som-mes.*	*Haut. par la régle.*
1756. 30e. Mai 6 h. ¾ matin	E. ſerein	5208 — 1 5209	4626 — 6 4632	577	3059	—28½ —14½	—43	2927
1758. 1e. Octobre 7 h. ½ matin	calme ſerein & brouillards au-deſſous	5242 — 2 5244	4665 — 2 4667	577	3038	—18¼ —20¾	—39	2919
1756. 30e. Mai 11 h. ¼ matin	E. ſerein	5209 + 1 5208	4635 — 4 4639	569	3015	—23 — 5	—28	2930
1755. 3^e^. Août 8 h. ¾ matin	S. couvert	5126 + 5 5121	4566 — 1 4567	554	2983	—18 — 1	—19	2927
1756. 30^e^. Mai 3 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5204 + 1 5203	4637 — 2 4639	564	2990	—17 — 2	—19	2935
1760. 2^e^. Octobre 0 h. ½ ſoir	petit N. E. ſerein	5225 + 2 5223	4669 + 3 4666	557	2939	— 6 + ½	— 5½	2923
1758. 8^e^. Juin 8 h. ¼ matin	E. nuages	5209 + 5 5204	4658 + 5 4653	551	2916	— 2 + 6	+ 4	2928
1760. 13^e^. Août 2 h. ¾ ſoir	S. nuages	5168 + 8 5160	4622 + 5 4617	543	2898	— 3½ + 9½	+ 6	2915
1759. 7^e^. Septemb. 1 h. ½ ſoir	petit N. nuages	5218 + 8 5210	4672 + 7 4665	545	2879	0 +15	+15	2922
15^e^. Juillet 2 h. ſoir	petit O. ſerein	5188 +11 5177	4644 + 9 4635	542	2881	— ½ +16½	+16	2927
ledit 3 h. ½ ſoir	de même	5182 +11 5171	4644 + 8 4636	535	2846	+ 5 +22	+27	2923
Somme des 11 Obſervations								32174
Hauteur moyenne								$2924\frac{10}{11}$

OBSERVATIONS

OBSERVATIONS faites vers le lever du Soleil.

VIIme. Station, *haute de 1420 pieds.*

1756. 11^e^. Avril 6 h. ½ matin	vapeurs	5107 − 7 5114	4827 − 7 4834	280	1467	−29 −23	} −52	1391
19e. dit 5 h. ¾ matin	Est ferein	5149 − 4 5153	48[illegible] − [illegible] 485[illegible]	286	1488	−27 −21	} −48	1416
29e. Août 5 h. ¼ matin	petit E. ferein	5201 + 2 5199	4921 0 4921	278	1432	−19 −20	} −39	1376
1e. Août 4 h. ½ matin	petit E. ferein; peu après S. nuages.	5162 − 1 5163	4886 + 3 483	280	1453	−11 −17	} −28	1412

XIIme. Station; *haute de 2582 pieds 4 pouces.*

1756. 20e. Juin 4 h. ¾ matin	petit E. ferein	5184 + 5 5179	4688 + 1 4687	492	2601	−13 −11	} −24	2539

XIVme. Station; *haute de 2742 pieds 5 pouces.*

1758. 1e. Octobre 6 h. ¾ matin	E. au niveau de la furface fupér. des brouillards.	5240 − 2 5242	4697 − 4 4701	541	2838	−27¼ −22¾	} −50	2696
8e. Juin 4 h. ½ matin	E. ferein	5202 + 3 5199	4679 0 4679	520	2746	−13½ −17	} −30½	2662

XVme. Station; *haute de 2927 pieds 8 pouces.*

1756. 30e. Mai 5 h. matin	E. ferein	5203 − 1 5204	4623 − 6 4629	575	3051	−36½ −2[illegible]½	} −59	2871
1760. 12e. Août 5 h. ¼ matin	fort N. E. ferein	5196 − 2 5198	4617 − 5 4622	576	3060	−26 −25	} −51	2904
1758. 1e. Octobre 6 h. ¼ matin	E. ferein. Il s'élevoit les brouill. des Rivières.	[illegible]40 − 2 5242	4660 − 4 4664	678	3044	−25½ −25	} −50½	2890
8e. Juin 4 h. matin	E. nuages	520[illegible] [illegible] 4 5198	4646 [illegible] 1 4645	553	2931	−11 −17	} −28	2849
ledit jour 5 h. ¼ matin	de même.	520[illegible] [illegible] 4 5198	4647 [illegible] 1 4646	552	2925	−9 −11[illegible]	} −20½	2[illegible]5

CHAPITRE SIXIÈME.

Nouvelles applications des REGLES *précédentes.*

LES obſervations que j'ai détaillées dans le Chapitre précédent, ſont celles que j'ai d'abord cherché à concilier, en les ramenant le plus qu'il m'a été poſſible à des réſultats ſemblables, par des règles ſuſceptibles d'être généraliſées. J'ai développé, dans le Chapitre III, la marche que j'ai ſuivie dans cette recherche, & l'on vient d'en voir le ſuccès. Il eſt tel, que je ne m'étois jamais flatté de l'atteindre.

Le nombre des expériences que j'ai rapportées, eſt déjà une preuve bien forte de l'exactitude avec laquelle on peut meſurer les *hauteurs* par les moyens que j'ai indiqués. Mais toutes ces expériences ont été faites dans une même montagne, & l'on pourroit ſoupçonner que la conformité d'expoſition produiſoit une régularité qu'on ne retrouveroit pas ailleurs. Je me ſuis fait moi-même cette objection ; & pour m'éclaircir là-deſſus, je n'ai perdu aucune occaſion de vérifier ma règle, en divers lieux & de diverſes manières. Je vais rapporter ces vérifications.

Obſervations faites au Clocher de S. PIERRE, *Cathédrale de* GENEVE.

J'ai fait mention ci-devant du motif qui

m'avoit déterminé à faire ces observations (615 & 616), je vais maintenant en rendre compte.

635. Ce fut au mois de Juillet 1759, que je les entrepris; je plaçai alors un Baromètre au plus haut de l'une des tours de *S. Pierre*, fixé solidement à la pièce de bois *de bout*, qui soutient le faîte du toît. La boîte qui le contenoit avec son Thermomètre, fermoit à clef, en sorte que je suis assuré qu'il n'a point souffert d'altération pendant tout le cours de mes expériences. Je plaçai un autre Baromètre, d'accord avec le précédent, dans un endroit des *rues-basses*, élevé d'environ 7 *pieds* au-dessus du niveau du Rhône en Été, tems auquel il est le plus haut. Ce Baromètre étoit enfermé, comme le précédent, avec un Thermomètre.

Emplacement des Baromètres pour les observations à *St. Pierre*.

636. Je mesurai au cordeau, & de la manière que j'ai indiquée ci-devant (517), l'élévation du lieu où le Baromètre étoit placé à *S. Pierre*, au-dessus du rez-de-chaussée de la tour, & je la trouvai de . . . . . 124 *pds.*, 11 *pces.*

Mesure actuelle de la *hauteur.*

Je nivelai ensuite le terrein compris entre ce rez-de-chaussée, & le lieu où mon Baromètre étoit placé aux *rues-basses*, & je trouvai la hauteur verticale entre ces deux points . . . 84 7

Hauteur verticale comprise entre les deux Bar. . 209 *pds.*, 6 *pces.*

637. J'observois la chaleur de l'*air* au haut

Observations.

de la tour, dans les tems des expériences, en suspendant un de mes Thermomètres à boule isolée à l'extrémité d'une longue perche, pour qu'il fût exposé aux vents, & pour l'éloigner en meme tems des murs échauffés quelquefois par le soleil.

Depuis le mois de Juillet 1759 jusqu'au mois d'Août 1760, j'ai fait 87 *observations* correspondantes au haut de cette tour & aux *rues-basses*, par toutes sortes d'états de l'*air*. Il est inutile de rapporter ces observations en détail; le précis suffit.

Résultat. 638. Le terme moyen de toutes les *hauteurs* du Baromètre observées aux *rues-basses*, réduites à la température du *zéro* de mon Thermomètre, s'est trouvé 323 *lignes* $\frac{2}{10}$. Le terme moyen des *hauteurs* du Baromètre à *S. Pierre* réduites à la même température, 321 *lig.* $\frac{1}{10}$. Et le terme moyen de chaleur de l'*air* — 17 de mon *échelle* pour le Thermomètre destiné à l'observer.

Le calcul des deux *hauteurs* du mercure, par les *logarithmes*, donne d'abord 218 *pieds* 1 *pouce* de *hauteur*, qui se réduisent à 210 *pieds* 8 *pouces*, en faisant la correction requise pour les 17 *dégrés*, dont la chaleur moyenne de l'air s'est trouvée au-dessous de *zéro*. Cette *hauteur* conclue des *observations* du Baromètre ne diffère donc que d'1 *pied* 2 *pouces* de la mesure actuelle.



Obſervations faites à SUPERGUE, Égliſe ſituée au ſommet de la Montagne *de TURIN.*

639. Le 18me. Juin 1757, je meſurai la *hauteur* de cette Égliſe depuis le pavé intérieur juſqu'à l'*appui* des petites fenêtres qui introduiſent la lumière dans le haut du Dôme; — Meſure de la hauteur du Dôme de *Superguе.*

je la trouvai de . . .	159 *Pieds.*	
dont il faut déduire l'élévation de l'*appui* des fenêtres, au-deſſus d'un corridor qui règne autour d'elles, ſur lequel je plaçai mon Baromètre	2	10 *p.ces.*
Reſte . .	156 p^{ds}.,	2 p^{es}.

Obſervations.

J'obſervai le Baromètre à 4 heures ½ du ſoir ſur le corridor, à . .	311 *lignes.*
Le Thermomètre du Baromètre étant . . .	+ 9
Hauteur du Baromètre réduite à la température commune . .	310 $\frac{7}{16}$ *lignes.*
Je l'obſervai un inſtant après ſur le pavé de l'Égliſe, à	312 $\frac{11}{16}$ *lignes.*
Le Thermomètre du Baromètre étoit . . .	+ 8
Hauteur corrigée . .	312 $\frac{5}{16}$ *lignes.*

Mon Thermomètre à boule isolée, suspendu dans l'intérieur du Dôme étoit — ½.

Résultats. Le calcul de la différence de hauteur du mercure, par les *logarithmes*, donne 156 *pieds* 11 *pouces*, qui se réduisent à 156, 9, en déduisant ce qu'exige le ½ *dégré* au-dessous du *zéro* de mon Thermomètre qui exprimoit la *chaleur* de l'air. La mesure par le Baromètre ne diffère donc que de 7 *pouces* de celle que j'avois prise au cordeau.

Je n'ai pu reconnoître l'accord de cette observation avec celles que j'ai rapportées précédemment, que plus de trois ans après l'avoir faite, c'est-à-dire, lorsque j'ai eu trouvé par la combinaison générale de mes expériences, les corrections nécessaires pour les concilier; il en est de même des suivantes.

Estimation de la hauteur de la montagne de *Turin*. 640. Un Baromètre, dont j'aurai occasion de parler bientôt, placé au rez-de-chaussée de l'Académie de *Turin*, étoit à trois heures du soir le même jour, à . . 329 $\frac{1}{16}$ *lignes*.

Thermomètre . . . + 8

328 $\frac{11}{16}$ *lignes*.

J'observai, à-peu-près dans le même tems, mon Baromètre, auprès du portail de fer qui est à la droite de l'Église de *Supergue*; il étoit placé à un *pied* d'élévation sur le terrein, & je le trouvai, à . . . . 313 *lignes* $\frac{7}{16}$.

Thermomètre . . . + 14

312 *lignes* $\frac{11}{16}$.

Le Ciel étoit par-tout légèrement couvert, excepté qu'à l'horison, du côté du midi, on voyoit une tempête affreuse ; il venoit un petit vent de ce côté-là. Mon Thermomètre suspendu en plein air, étoit à + 4 ; mais je crois que la *chaleur* moyenne de l'air entre Turin & *Supergue* pouvoit être + 10. Dans cette supposition, on trouvera, par ma règle, que le lieu où j'ai fait mon observation, est de 1330 *pieds* plus élevé que le rez-de-chaussée de l'Académie.

Observations faites au Clocher de l'Église de S. JEAN, Cathedrale de TURIN.

641. Le Clocher de cette Église est une tour séparée du reste de l'édifice ; elle s'élève à une assez grande hauteur sans *retraites* ni ornemens, qui souvent empêchent de mesurer avec facilité. Je la choisis, par cette raison, pour y faire l'expérience du Baromètre. Je mesurai donc la hauteur de cette tour, depuis des solives en croix placées intérieurement dans le haut, pour soutenir le couvert ; & je trouvai 164 *pieds* 9 *pouces*, dont il faut déduire 2 *pieds*, parce que je plaçai mon Baromètre à cette élévation au-dessus du pavé. Reste donc 162 *pieds* 9 *pouces*.

Mesure de la hauteur du Clocher de St. *Jean* à *Turin*.

Observations.

Observations faites au pied de la Tour.

Le 10 Juin 1757, à 6 h. du matin, Baromètre . . $329\frac{1}{16}$. Thermomètre du Bar. . $+ 6$	$328\frac{11}{16}$	
Le 14 . . $4\frac{1}{2}$ soir . . $328\frac{9}{16}$. Thermomètre . . . . $+ 11$	$327\frac{14}{16}$	

Somme des deux observations . . $656\frac{9}{16}$

Terme moyen . . . . $328\frac{9}{32}$ *lig.*

Au haut de la Tour.

		Thermometre en plein air au haut de la *Tour.*
Le 10 Juin . . . $326\frac{15}{16}$ Thermomètre . . $+ 5$	$326\frac{10}{16}$ . . .	$- 1\frac{1}{2}$
Le 14me. . . . . $326\frac{10}{16}$ Thermomètre . . $+ 11$	$325\frac{15}{16}$ . .	$+ 14\frac{1}{2}$

Somme de 2 obser. du Bar. $652\frac{9}{16}$ du T. $+ 13$

Terme moyen . . . . . $326\frac{9}{32}$ . . $+ 6\frac{1}{2}$

Résultat. La combinaison de ces deux observations, dont la différence est relative au changement de température, donne suivant ma règle 161 *pieds* 3 *pouces*. Ce résultat est bien peu différent de 162 *pieds* 9 *pouces*, que j'ai trouvés

par la mesure actuelle ; & même une partie de cette différence provient sûrement de ce que la *chaleur* moyenne de la colonne d'air étoit plus grande que celle du haut de la colonne à laquelle seule j'ai eu égard.

Observations faites au Fanal *de Gènes.*

642. Depuis le commencement de mes expériences sur le sujet que je traite, je désirois extrêmement d'avoir des observations exactes faites au bord de la mer. Plan d'observation au bord de la mer.

Je proposai mon plan à plusieurs Physiciens ; mais les soins qu'il falloit y apporter, le peu d'espérance qu'avoient quelques-uns de ceux à qui je m'adressai, de me voir réussir dans mes travaux, & les occupations des autres me privèrent de ce secours. Je vis donc avec bien du plaisir, la nécessité où je me trouvai, pour d'autres raisons, en 1767, de me rendre de *Turin* à *Gènes*. Tout concourut à favoriser mes vues ; le *Fanal* de ce Port est aussi propre à des expériences de cette nature, que je pouvois le desirer ; je trouvai un ami complaisant, qui se chargea de quelques observations qui demandoient du tems ; & mon frère devant passer aussi à *Genes* peu de tems après, j'étois assuré qu'il vérifieroit exactement celles que je me proposois de faire moi-même.

Je commençai ces observations, en mesurant au cordeau, avec les précautions indiquées ci-devant, la hauteur comprise entre le pied de la maçonnerie qui soutient la cage de verre où sont renfermées les lampes du *Fanal*, & Mesure du *Fanal* de *Genes.*

l'entrée de la batterie supérieure, qui est au-dessous, dont le point fut déterminé par l'emplacement du Baromètre. Je trouvai cette *hauteur* de 222 *pieds* 11 *pouces*. Voici le détail des observations.

Hauteurs du mercure au pied du Fanal, *environ* 20 *toises au-dessus du niveau de la mer.*

Observations.

	Hauteurs corrigées du mercure.
Le 22 Juin 1757, à 6 heures du matin . . . . 338 *lign.* $\frac{21}{32}$ Th. en $\frac{1}{2}$ *dég.* à cause des 32mes. +23	337 $\frac{19}{32}$
Le même jour à 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir 338 $\frac{25}{32}$ *demi-dégré* du Thermomètre +30	337 $\frac{17}{32}$
Le 23 dudit à 9 h. $\frac{1}{2}$ du mat. 339 $\frac{5}{32}$ +26	338 $\frac{9}{32}$
Le même jour à 5 h. $\frac{3}{4}$ du soir 338 $\frac{8}{32}$ +26	337 $\frac{14}{32}$

Observation faite par mon frère.

Le 26 Juillet . . 1 h. soir . . . 338 $\frac{1}{32}$ +28	337 $\frac{1}{32}$
Somme des 5 observations . .	1688 $\frac{21}{32}$
Terme moyen	337

Obſervations faites au-haut du Fanal.

	Hauteur du mercure.		Thermomètre en plein *air* au haut du *Fanal.*
Le 22ᵉ. Juin 1757 matin..	$335\frac{27}{32}$		
demi-dég. du Therm....	+ 23	$335\frac{4}{32}$	.... + $6\frac{1}{2}$
Le même jour... ſoir...	$336\frac{2}{32}$		
	.. + 32	$335\frac{2}{32}$	... + 18
Le 22ᵉ...... matin	$336\frac{6}{32}$		
	.. + 22	$335\frac{26}{32}$	... + $15\frac{1}{2}$
Le même jour.... ſoir...	$335\frac{6}{32}$		
	.. + 26	$334\frac{28}{32}$	.... + 13

Obſervation faite par mon frère..

Le 26ᵉ. Juillet.........	$335\frac{8}{32}$		
	.. + 28	$334\frac{22}{32}$	... + 12

Sommes des 5 obſervat. du Bar.. $1674\frac{24}{32}$ du Th. + 65

Terme moyen............. $334\frac{61}{64}$...... ± 13

Ces cinq obſervations ainſi combinées, & calculées ſuivant ma règle, donnent 221 *pieds* 1 *pouce* : ce qui ne diffère que d'1 *pied* 10 *pouces* de la hauteur réelle, & même une partie de cette différence provient ici comme dans les obſervations faites au Clocher de *Turin*, de ce que j'obſervai la température de l'air dans le haut, où il étoit sûrement moins échauffé que le long du *Fanal*.

Vérification de la règle pour la meſure des *hauteurs* par des obſervations faites dans les mêmes lieux.

Les vérifications que je viens de rapporter ſont immédiates ; elles réſultent de la comparaiſon des *hauteurs* connues, avec des abbaiſſemens du mercure dans le Baromètre. Mais ce ne ſont pas les ſeules vérifications qu'on puiſſe faire dans ce genre d'obſervations. Par exemple : le défaut de diverſes règles qu'on avoit établies précédemment, pour meſurer les *hauteurs* par le Baromètre, ſe manifeſtoit autant par le peu d'accord qui ſe trouvoit entre les réſultats des obſervations faites dans un même lieu, que par l'application de ces règles à la meſure de *hauteurs* connues. C'eſt donc une vérification très-réelle que de comparer les réſultats d'obſervations faites dans un même lieu en différens tems. Celles que je vais rapporter ſont de cette eſpèce.



bservations faites à la Dole *, montagne du* Pays-de-Vaud *, dans la chaine du* Jura *, distante de* Genève *d'environ quatre-lieues.*

643. Je vais donner en détail les obser-ations faites pour mesurer la hauteur de ette montagne sur le niveau du *Lac* (ou du *hône* qui en sort à *Genève*) ; afin qu'on puisse oir d'un coup-d'œil, combien celles du aromètre seul seroient trompeuses, si l'on 'y faisoit pas les corrections auxquelles je suis arvenu. Elles le seroient bien davantage, si s différences de hauteur *absolue* du Baromè-e, & celles de la chaleur de l'*air* avoient été lus grandes.

Le 29e. Juillet 1764 nous montâmes, mon ère & moi sur cette montagne, par un ems assez beau ; le vent étoit au *sud*, & il harrioit des nuages : il avoit plu la veille. Voici nos observations de ce jour-là. Ire. *observation* sur la *Dole.*



Observations faites à Genève *dans un lieu élevé de 78 pieds au-dessus du niveau du* Rhône *en Eté.*

à 1 h. après midi Ba. 326 *lig.* } 325 $\frac{1}{16}$ Th. en pl. air + 8 $\frac{3}{4}$
Therm. . . . + 13

à 1 h. $\frac{1}{2}$ . . . . 325 $\frac{14}{16}$ } 325 $\frac{3}{16}$ Therm. . . . + 9 $\frac{1}{4}$
Ther. . . . . + 13

Terme moyen . . . . 325 $\frac{2}{16}$ *lig.* . . . . + 9

Observations faites au sommet de la Dôle.

à 1 h. . . . . . Bar. 280 $\frac{15}{16}$ } 280 $\frac{8}{16}$ Th. en plein air — 5
Therm. . . . . . + 7

à 1 h. . . . . 280 $\frac{13}{16}$ } 280 $\frac{7}{16}$ . . . . . Th. . . — 4 $\frac{1}{2}$
Therm. . . . . + 6

Terme moyen du Ba. corrigé 280 $\frac{15}{32}$ *li.* de ch. de l'*air.* — 4 $\frac{3}{4}$

Calcul de ces observations.

A *Genève*, Ba. 325 $\frac{2}{16}$ en 16mes. de *li.* 5202 *log.* 37161,703
A la *Dole* . . . 280 $\frac{15}{32}$ . . . . . . 4487 $\frac{1}{2}$ . . 36520,044

Différence des *log.* . . . *Toises* 641,659

Chal. de l'air à *Genève* + 9
à la *Dole* — $4\frac{3}{4}$

Somme (609) . . . + $4\frac{1}{2}$ X $\frac{641,659}{1000}$ = + 2,727

Haut. de la *Dole* relativ. au lieu de l'obs. à *Genève*. . . . *Tois.* 644,386

pieds 3826

Hauteur du lieu de l'obs. sur le niv. du *Rhône* 78

Haut. de la *Dole* sur le niveau du *Rhône* au sortir du *Lac*. *Pieds* 3944

Nous retournâmes à la *Dole* le 21 Juillet 1765. Le Ciel étoit parsmée de nuages ; il soufloit un petit vent *Nord-Est*. IIde. *observation* sur la *Dole*.

Observations à Genève *au même lieu.*

A 10 h. $\frac{1}{2}$ du m. B. 323 $\frac{1}{16}$ *lig.* } 322 $\frac{11}{16}$ Th. en pl. *air* — 1 $\frac{1}{2}$
Therm. . . . + 7 }

Observations à la Dole.

Bar. 277 $\frac{7}{16}$ *lig.* } 277 $\frac{4}{16}$. . . — 19
Ther. + 3 }



Calcul de cette observation.

Bar. à *Geneve* 322 $\frac{11}{16}$; en 16mes. de *lig.*

	5163	*log.*	37129 , 021
à la *Dole*. 277 $\frac{4}{16}$. . . .	4436		36469 , 915
Différence des *log.* . . .		*Toises*	659 , 106

Th. en pl. air, à *Geneve* — 1 $\frac{1}{2}$
à la *Dole* — 19

Somme . . . . $-20\frac{1}{2} \times \frac{659,106}{1000} = -13,511$

Ha. de la *Dole* rel. au lieu de l'ob. à *Geneve*. *Toises* 645,595

Pieds 3874

Hauteur du lieu de l'obs. sur le niveau du *Rhône* 78

Haut. de la *Dole* sur le niveau du *Rhône* *Pieds* 3952

Comparaison des deux *observations*.

Il n'y a donc que 8 *pieds* de différence entre ces deux *mesures*, faites à un an de distance l'une & l'autre. Je n'oserois pas me flatter qu'elles se rapprochassent toujours à ce point; j'en dirai les raisons dans la suite.

M. *Dessaussure*, Professeur en Philosophie à *Genève*, & qui cultive par goût les sciences relatives à sa profession, ayant souhaité d'avoir un Baromètre semblable au mien, je le lui fis faire par un habile ouvrier, que je dirigeai. Il a porté depuis ce Baromètre dans les courses qu'il a faites aux montagnes, pour la botanique & pour d'autres branches de l'Histoire Naturelle.

Le 8e. Juillet 1764, il le porta à la *Dole*, & j'observai à *Genève* dans le même tems. Voici nos observations & leur résultat. *Observation faite sur la Dole par M. Dessaussure.*

A *Genève*... $323\frac{1}{16}$ *lig.*
Therm...... + 9
} $322\frac{8}{16}$ Th. en pl. *air* + 4

A la *Dole* ... Bar. 277 $\frac{10}{16}$
Therm...... + 1
} $277\frac{8}{16}$. . . . . — 14

Calcul de cette observation.

Bar. à *Genève* $322\frac{8}{16}$, en 16mes. de *lig.*	5160 *log.*	37126,497
à la *Dole* $277\frac{8}{16}$...	4440	36473,830
Differ......		652,667

The. en pl. *air* à *Genève* + 4
à la *Dole* — 14

Somme — 10 X $\frac{652,667}{1000}$ = — 6,752

	Toises	646,140
	pieds	3876
Ha. du lieu de l'ob. à *Genève* sur le niv. du *Rhône*		78

Haut. de la *Dole* sur le niv. du *Rhône*.. *Pieds* 3954.

Cette *hauteur* ne diffère que de 2 *pieds* de la précédente. Mais il faut ajouter à ces 2 pieds une différence qu'il y eut dans le lieu de l'ob- *Comparaison de cette Observation avec les précédentes.*

ſervation à la *Dole.* La partie la plus élevée de cette montagne, eſt un rocher nud : M. Deſſauſſure n'ayant pu ſe placer commodément au plus haut de ce rocher, fit ſon obſervation un peu au deſſous ; ce qui auroit dû produire dans la *hauteur* un différence contraire ; mais elle eſt petite.

Meſure géométrique de la *Dole* par M. *Fatio de Duillier.*

644. J'ai encore en faveur de ma *meſure* de la *Dole* une autre eſpèce de témoignage. C'eſt celui de M. *Fatio de Duillier*, qui l'a meſurée géométriquement. On trouve le réſultat de ſa meſure, dans des *remarques* qu'il a faites ſur *l'Hiſtoire Naturelle des environs du Lac de Genève*, imprimées à la fin du ſecond volume de l'*Hiſtoire de Genève*, par M. *Spon*, (4°. p. 457). La hauteur de la *Dole* ſur le niveau du Lac, trouvée par M. *Fatio*, eſt de 654 *toiſes*, ou 3924 *pieds*, moindre de 25 *pieds*, que le milieu entre mes obſervations.

Remarque ſur cette meſure.

M. *Fatio* ne dit pas s'il a corrigé dans ſa *meſure*, l'effet de la réfraction, qui, à la vérité, ne pouvoit pas être bien grand, parce que ſa bâſe étoit peu diſtante de la montagne. S'il ne l'a pas corrigé, la différence entre ſa *meſure* & la mienne, feroit un peu plus grande. Sur quoi je remarquerai qu'on ne peut découvrir les vrais ſommets des montagnes à une petite diſtance, lorſqu'ils ſont arrondis. On prend alors pour le vrai ſommet des parties plus avancées, qui le cachent. C'eſt ce qui a dû arriver à M. *Fatio* ; il a pris vraiſemblablement pour le vrai ſommet de la *Dole*, quelque partie ſaillante du rocher, qui étoit plus

baſſe. Mais, quoi qu'il en ſoit, l'écart eſt fort petit en lui-même; & voilà une nouvelle vérification de ma *meſure* par le Baromètre.

645. Je donnerai à la fin de cet ouvrage, la relation de pluſieurs voyages que j'ai faits avec mon frère, ſur les montagnes du *Fauſſigny*, principalement pour y obſerver la *chaleur* de l'eau bouillante. Comme ces obſervations étoient toujours accompagnées de celles du Baromètre, elles m'ont fourni pluſieurs eſpèces de vérifications de ma règle pour la *meſure* des *hauteurs*. Je ne rapporterai pas ces obſervations avec autant de détail que les précédentes; les réſultats ſuffiront.

Le 25 Août 1765, nous partîmes de Genève, pour aller à la montagne de *Sixt*, paſſant par *Tuninge* & *Sixt*; & le lendemain par les *granges des communes* dans la montagne, pour parvenir ſur un rocher qu'on nomme le *Grenier*. Nous fîmes dans ces lieux-là l'expérience du Baromètre, & nous en conclûmes leur *hauteur* au-deſſus du *Lac*. Cinq ans après, nous avons répété ces expériences aux mêmes lieux. Voici les réſultats des unes & des autres. Diverſes obſervations répétées dans la montagne de *Sixt*.

	En Août 1765.		*En Août* 1770	
	Hauteurs trouveés.	*Chaleur moyenne de l'air en dégrés de mon échelle.*	*Hauteurs trouvées.*	*Chaleur moyenne de l'air en dégrés de mon échelle.*
Taninge.	840 *Pieds*	+ 12. .	842 *Pieds*	— 0 $\frac{1}{4}$
Sixt	1122	— 12. .	1123	— 28
Granges des commuues.	3876	+ 1$\frac{1}{4}$. .	3869	— 6
Grenier	6718	0 . .	6718	— 8$\frac{1}{4}$

Autres observations dans la montagne de *Sixt*.

646. Dans notre voyage sur cette montagne, nous montâmes plus haut que la première fois. Nous nous étions arrêtés en 1765 au pied d'un rocher que nous ne crumes pas accessible. En 1770, nous tentâmes d'y monter, & nous parvînmes à son sommet, où nous fîmes l'expérience du Baromètre. Ce rocher se nomme le *Grenairon ;* c'est la plus haute sommité de cette partie de la montagne; mais elle a par derrière à l'*Est*, un rameau beaucoup plus élevé, & dont, par cette raison, le sommet est toujours couvert de glace; on le nomme le *Glacier de Buet.* Nous y montâmes le mois suivant, & nous fîmes sur ce sommet l'expérience du Baromètre : sa hauteur sur le niveau du *Lac*, se trouva de 8229 *pieds*. Nous la fîmes aussi auprès d'un petit rocher qui se montre hors de la glace, & dont la hauteur sur le même niveau, se trouva de 8026 *pieds*.

Projet de vérification géométrique.

Ces quatre points, le *Glacier de Buet*, le *petit Rocher*, le *Grenairon* & le *Grenier*, se voient très-distinctement depuis le bord du Lac, près de *Genève*, à une distance d'environ 13 lieues; ce qui nous fit naître l'idée d'en prendre les angles d'élévation depuis ce bord, pour comparer ensuite les *tangentes* de ces angles, avec les *hauteurs* fournies par les Baromètres; en ayant égard aux différences de distance, que nous connoissions assez bien. Si les *hauteurs* conservoient partout le même rapport avec les *tangentes ;* ce devoit être une preuve, sinon de l'exactitude de la mesure par le Baromètre, du moins de sa régularité: &, comme je l'ai dit ci-devant, la régularité est en même tems une preuve d'exactitude.

Nous exécutâmes ce projet avec un très-bon demi-cercle d'un pied de diamètre, armé de lunettes, & d'un *Nonius* au moyen duquel on peut très-bien prendre les *minutes* de *dégre*, & même les *demi-minutes*. Voici les *angles* de ces quatre points, pris depuis le bord du *Lac*, aux *Pâquis*.

Angles d'élévation de divers points de la montagne de *Sixt*, depuis le bord du *Lac de Genève*.

Glacier de Buet	2°.	29.
Le *petit Rocher*	2.	25.
Le *Grenairon*	2.	13 ½
Le *Grenier*	2.	4.

En faisant la *tangente* de l'*angle* de 2°. 29, qui dans les *Tables* est 4336, 95, égale a 8229 *pieds*, on a la hauteur du *petit Rocher*, par cette analogie :

Ière. Comparaison des *tangentes* de ces angles, avec les *hauteurs* trouvées par le Baromettre.

4336, 95 (*tang.* 2°. 29′) : 8229 : : 4220, 38 (*tang.* 2°. 25′) : 8008. On trouve donc la hauteur du *petit Rocher* de 8008 *pieds*, au lieu de 8026 qu'elle est donnée par le Baromètre. Ces deux points sont sensiblement à une égale distance des *Pâquis*.

IIde. Comparaison.

Nous avions jugé, étant sur les lieux, que le *Glacier de Buet* est d'un peu plus d'un quart de lieue plus éloigné de *Genève* que le *Grenairon*. En supposant les distances égales, la hauteur du *Grenairon* tirée du rapport des *tangentes*, est 7371 *pieds* : 4337 (*tang.* 2°. 29) - 8229 : : 3885 (*tang.* 2°. 13′ ½) : 7371. Sa hauteur prise par le Baromètre, n'est que de 7223 *pieds* : ce qui suppose sa distance moindre de 3810 *pieds*, que celle du *Glacier du Buet*; & 3810 *pieds* sont un peu plus d'un quart de

lieue. Par le peu d'effet que produit, fur la *hauteur*, cette différence de diftance, on voit bien qu'il ne peut y avoir un écart fenfible entre les réfultats de ces deux efpèces de *mefures* : ce qui confirme celle du Baromètre.

IIIe. comparaifon.

Le *Grenier* & le *Grenairon*, étant fenfiblement à même diftance du lieu d'où nous avons pris les *angles* ; la comparaifon des deux *mefures* eft plus direƈte par ces deux points. Or, en partant de la hauteur du *Grenairon* donnée par le Baromètre, on trouvera par le rapport des *tangentes*, que la hauteur du *Grenier* doit être de 6710 *pieds* :

3865 (*tang.* 2°. 13 ½) : 7223 :: 3609) *tang.* 2°. 4) 6710. Cette hauteur ne différe que de 8 *pieds* de celle qu- nous trouvâmes en Août 1770 par l'obfervation du Baromètre, ou de 16 *pieds*, du terme moyen entre les deux obfervations.

Vérification de la même règle par deux différentes determinaifons de la hauteur du Lac de Genève fur le niveau de la Mer.

647. J'ai fait encore quelques autres vérifications de *mefures* prifes avec le Baromètre ; mais fur des lieux plus diftans, dont les différences de hauteur ne peuvent être eftimées avec exactitude, que par le milieu entre un certain nombre d'obfervations. Je ne rapporterai ici de vérification de ce genre, que celle que j'ai faite en déterminant la hauteur du *Lac de Genève* fur le niveau de la *Mer*, par des obfervations faites en des tems & des lieux différens : je renvoie les autres au Chapitre où je traiterai du *nivellement des routes* par le moyen du Baromètre.

Hauteur du Lac de Genève *sur le niveau de la* Mer, *déterminée par le Baromètre.*

Dans mon voyage à *Gènes*, dont j'ai déjà parlé, je demeurai vingt jours à *Turin*. Je profitai de ce séjour pour y faire des observations du Baromètre, correspondantes à d'autres que mon père faisoit à *Genève*, sur un Baromètre d'accord avec le mien; & avant de partir pour *Gènes*, j'en établis un semblable chez M. *Lianna*, qui voulut bien se charger de l'observer pendant quelque tems, aux mêmes heures dont j'étois convenu avec mon père; c'étoit le matin, à midi & le soir de chaque jour.

Observation du Baromètre à *Turin* & à *Genève*.

J'ai eu par ce moyen des observations exactes à *Turin* & à *Genève*, tant du Baromètre que du Thermomètre, depuis le 31e. Mai, jusqu'au 31e. Juillet 1757. J'ai pris toutes celles qui se correspondoient pour le tems : il s'en est trouvé 170, dont j'ai dressé une *Table*, en corrigeant chaque observation pour la différence du dégré de *chaleur*. Les différences des hauteurs du mercure, ainsi corrigées, ne se sont pas toujours trouvées semblables; c'est-pourquoi j'en ai pris le terme moyen, qui s'est trouvé 5 *lig.* $\frac{1}{29}$ dont le Baromètre à *Turin*, placé au rez-de-chaussée de l'Académie, s'est tenu plus haut qu'à *Genève*, dans mon appartement, qui étoit élevé d'environ 50 *pieds* au-dessus du niveau du *Rhône* au sortir du *Lac*, en Eté. De ces 170 observations, il y en a

Différence moyenne de hauteur du Baromètre.

70, dont la différence d'avec le terme moyen, n'excéde pas $\frac{1}{7}$ de *ligne* en *plus* ou en *moins*. La plus grande différence en *plus*, est d'1 *lig*. $\frac{3}{4}$; & en *moins* de 2 *lig* $\frac{1}{8}$: mais il y a peu de ces écarts.

Chaleur moyenne de l'*air*.

Le *dégré* moyen de chaleur de l'*air*, estimé par les Thermomètres qui accompagnoient les Baromètres, fut pendant le tems de ces observations à + 18 de la *division en* 80 *parties*, qui correspondent à + 3 de celle que j'ai destinée à marquer la chaleur de l'*air* dans les expériences du Baromètre.

Hauteurs moyennes des Baromètres.

J'ai indiqué la différence de hauteur des Baromètres; mais pour le calcul, il faut les hauteurs absolues. La hauteur moyenne à *Turin*, fut de 329 *lignes*; & à *Genève* de 323 *lig*. $\frac{1}{2}$.

Hauteur de *Genève* relativement à *Turin*.

De ces hauteurs correspondantes du Baromètre, & du *dégré* moyen de chaleur de l'*air*, il résulte, suivant ma règle, que le lieu où le Baromètre étoit placé à *Turin*, est plus bas de 442 *pieds* que mon appartement à *Genève*; & de 392 *pieds* que le niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*, en Eté.

Hauteur de *Turin* sur *Gènes*.

648. En quittant *Gènes*, le 24 Juin, je laissai mon Baromètre chez M. *Baux*, mon ami, qui y demeuroit alors, & qui se chargea de l'observer pendant quelque tems.

Ses observations durèrent jusqu'au 27 Juillet; & pendant ce même tems, M. *Lianna* observoit à *Turin*. J'ai dressé une *Table* de ces observations, semblable à celle dont j'ai parlé entre *Turin* & *Genève*; il y en eut 84, dont la différence moyenne s'est trouvée de 8 *lig*. $\frac{1}{4}$;

20 d'entr'elles ſont à très-peu près ſemblables au terme moyen ; & 24 ne s'en éloignent que d'$\frac{1}{4}$ de *ligne* : les plus grands écarts d'avec ce terme, ſont d'1 *ligne* $\frac{1}{2}$ en *moins*, & d'1 *lig.* $\frac{1}{2}$ en *plus* ; ils ſont en très-petit nombre, & leur milieu diffère très-peu du terme moyen entre toutes les obſervations.

En plaçant mon Baromètre dans la chambre de mon ami, je trouvai qu'il s'y tenoit de $\frac{3}{4}$ de *lig.* plus bas qu'au bord de la *Mer*, où je venois de l'obſerver. Ainſi la différence de hauteur du Baromètre entre *Turin* & le *niveau de la mer*, eſt de 9 *lig.* $\frac{1}{4}$. La chaleur moyenne de l'air pendant les obſervations, fut + 20 de la diviſion *en* 80 *parties* ; qui correſpondent à + 7 $\frac{1}{2}$ de celle qui eſt deſtinée aux corrections pour la température de l'*air*.

La hauteur moyenne du Baromètre à *Gênes* fut 28 *pouces* 2 *lignes* = 338 *lignes*. Elle fut donc à *Turin* 328 *lig.* $\frac{3}{4}$; ce qui donne par ma règle 734 *pieds* = 122 *toiſes* 2 *pieds*, pour la différence de *hauteur* entre *Gênes* & *Turin*.

J'ai dit précédemment (550) qu'il n'eſt point néceſſaire pour déterminer par le Baromètre la différence de hauteur entre deux ſtations, de ſavoir combien l'une d'elles eſt élevée au-deſſus du *niveau de la mer*. Cependant, puiſqu'il eſt poſſible de l'indiquer, relativement à celles où j'ai fait le plus d'obſervations, je crois devoir le faire.

Hauteur de la baſe des ſtations à Salève ſur le niveau de la Mer.

La hauteur de *Turin* (2 *pieds* au-deſſus du pavé de la rue de l'Académie), ſur le *niveau*

de la mer, trouvée ci-dessus, est....	734 *pieds*
J'ai trouvé celle de mon appartement à *Genève*, relativement à *Turin*, ...	442
Ainsi mon appartement étoit élevé au-dessus de la *mer* de	1176 *pieds*
J'ai pris avec un *niveau*, dans la *Tour* de l'Eglise de S. *Pierre*, un point horizontalement correspondant à la *bâse* commune de toutes mes stations dans la montagne de *Salève*; & par la mesure de cette *Tour* & le nivellement du terrein depuis son pied, j'ai trouvé que cette *bâse* est plus élevée que mon appartement d'environ	94
Ainsi le lieu sur le *niveau* duquel les hauteurs de toutes mes stations dans *Salève* sout rapportées, est élevé au-dessus du *niveau de la mer de*	1270 *pieds*

Hauteur du Lac de Genève sur le même niveau.

J'ai dit ci-devant que le lieu où étoit placé mon Baromètre à *Geneve*, étoit d'environ 50 *pieds* plus élevé que le niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*. Déduisant donc ces 50 *pieds*, des 1176 *pieds* qui sont la hauteur de ce lieu sur le *niveau de la mer*; reste 1126 *pieds*, dont ce *niveau* est plus bas que celui du *Rhône*, d'après les observations que je viens de rapporter.

IIde. déter-

649. Treize ans après cette première dé-

·mination de la hauteur du *Lac de Genève* : le *niveau de la mer*, ayant à séjourner quel-e tems à *Beaucaire*, je pensai à y vérifier tte mesure. *Beaucaire* est situé au bord du *ône*, à peu de distance de la *mer*; delà, qu'à son embouchure, le *Rhône* a si peu pente, que les barques le remontent à la ile.

minaison de la *Hauteur* du *Lac de Genève* sur le *niveau de la Mer*.

J'y portai donc mon Baromètre, & je l'y servai depuis le 11 jusqu'au 30 Juillet, le atin, à midi & le soir de tous les jours où la me fut possible. Par plusieurs observations le je fis pour connoître la hauteur du lieu i mon Baromètre étoit placé, au-dessus du veau du *Rhône*, qui étoit alors fort haut, la trouvai de 42 *pieds*. Mon père observoit ndant le même tems à *Genève*, dans son partement que j'ai trouvé de 78 *pieds* plus ut que le niveau du *Lac* dans cette même ison.

Observation du Baromètre à *Beaucaire* & à *Genève*.

La hauteur moyenne du Baromètre à *Beaucaire*, conclue de mes observations, fut de *pouces* 3 *lig.* $\frac{3}{16}$: & à *Genève*, par les ob-vations faites aux mêmes tems, de 27 *pou-* 0 *lignes* $\frac{9}{16}$. La chaleur moyenne de l'*air*, nclue du terme moyen des chaleurs moyen-s à *Beaucaire* & à *Genève*, observées en même ns que les hauteurs du mercure, fut à — 3 $\frac{1}{2}$ mon *échelle*.

Hauteur moyenne des Baromètres.

Chaleur moyenne de l'*air*.

La différence moyenne entre les hauteurs Baromètre, est donc 14 *lig.* $\frac{1}{2}$; elle est ée de 50 observations correspondantes, nt 12 donnent presqu'exactement cette même férence, & 15 ne s'en écartent pas de $\frac{1}{2}$ *ligne*

Difference moyenne des hauteurs du Barometre.

en *plus* ou en *moins* : une ſeule s'en écarte d'1 *ligne* en *moins*, & une ſeule auſſi d'1 *lig.*, en *plus*.

Hauteur du *Lac de Genève* relativement à *Beaucaire*.

Le calcul des *termes moyens* de ces obſervations, donne	1131 *pieds*
A quoi ajoutant la hauteur du Baromètre à *Beaucaire* ſur le niveau du *Rhône*.	42
	1173
Et déduiſant celle du Baromètre à *Genève* ſur le niveau du *Lac*.	78
Reſte pour la hauteur du *Lac* ſur le niveau du *Rhône* à *Beaucaire*.	1195 *pieds*.

Pente du *Rhône* de *Beaucaire* à la *Mer*.

Cette hauteur eſt moindre de 31 *pieds*, que celle que j'ai trouvée relativement au *niveau de la mer*, par les obſervations de 1757. Le *Rhône* auroit donc encore 31 *pieds* de pente de *Beaucaire* à la *mer*.

Remarques ſur cette pente déterminée par les obſervations du Baromètre.

J'ai lieu de croire que cette conſéquence ne s'écarte pas de la vérité. Par des obſervations que j'ai faites, au bord du *Rhône* à *Avignon*, en allant à *Beaucaire*, & au retour, j'ai trouvé que la pente du *Rhône*, d'*Avignon* à *Beaucaire*, eſt d'environ 34 *pieds*. Je rendrai compte de ces obſervations & de pluſieurs autres que j'ai faites le long du *Rhône*, dans le Chapitre où je traiterai du *nivellement des routes* par le Baromètre. La diſtance de *Beaucaire* à la *mer* eſt à la vérité plus grande, que celle d'*Avignon* à *Beaucaire*. Mais auſſi le *Rhône* eſt bien plus rapide dans ce dernier trajet. On ne peut même lui compter de pente ſenſible entre *Beaucaire* &

la *mer*, que jusqu'à *Arles*. Car de-là à son embouchure, il passe entre la *Camargue* & la *Crau*, qui sont des attérrissemens produits par son limon, & qu'il traverse horizontalement par la pression des eaux supérieures, & par le mouvement qu'il conserve encore.

Elle confirme la première mesure de la *hauteur de Genève* sur le *niveau de la Mer*.

Je crois donc pouvoir regarder ces observations faites à *Beaucaire*, comme une confirmation de celles qui avoient été faites à *Gènes*, treize ans auparavant ; & par conséquent, comme une nouvelle preuve de l'exactitude de ma règle pour mesurer les hauteurs par le Baromètre, même à de grandes distances.

Je vais indiquer dans le Chapitre suivant, quelques autres conséquences qui découlent des observations que j'ai faites au *niveau de la mer*.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Conséquences générales tirées des observations faites au niveau de la mer.

Erreur sur la densité de l'*air* au bord de la *Mer*.

150. IL découle de mes observations au bord de la *mer*, & principalement de celles que j'ai faites au *Fanal* de *Gènes*, diverses conséquences qu'on a sans doute pressenties, mais qu'il est bon d'exprimer. Elles prouvent d'abord que la densité de l'*air* n'est point aussi grande au bord de la *mer* dans nos climats, qu'on l'a cru jusqu'à présent, d'après des expériences qui manquoient de plusieurs condi-

tions néceſſaires. Meſſieurs *Caſſini*, *Mariott*, *Scheuchzer* & bien d'autres ont décidé qu'il ſuffiſoit de s'élever de 60 à 64 *pieds* au-deſſus du *niveau de la mer*, pour que le mercure baiſſât d'une *ligne* dans le Baromètre. Cependant on voit, par mes expériences, dont je puis aſſurer l'exactitude, qu'il a fallu 80 *pieds* pour produire ce même abbaiſſement.

On ne peut la déterminer d'une manère abſolue.

651. Mais ce qu'il y a de plus eſſentiel à remarquer ici, c'eſt qu'on ne peut dire d'une manière abſolue quelle eſt la hauteur de la colonne d'*air* qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, ni au *niveau de la mer*, ni ailleurs; cette hauteur dépend, & du dégré de chaleur de l'*air*, & du poids variable de la colonne ſupérieure.

Différence de cette denſité à différentes latitudes.

652. Par exemple, au bord de la mer du *Nord*, & ſeulement au dégré de *froid* qu'éprouvèrent dans ce climat-là MM. les Membres de l'Académie de Paris, qui allèrent y meſurer un Arc du Méridien, c'eſt-à-dire à — 37 de la *diviſion en* 80 *parties*, ou — 125 de la mienne, ſuppoſant le Baromètre à 29 *pouces*; il ne faut qu'environ 56 *pieds* d'air, pour ſoutenir une *ligne* de mercure. Tandis qu'au même niveau, lorſqu'on vit au *Sénégal* le Thermomètre de M. *de Reaumur* à + 39, qui font environ + 36 de la diviſion en 80 parties du Thermomètre du mercure (448 *b*) ou + $44\frac{4}{5}$ de la mienne, le Baromètre étant ſuppoſé à 28 *pouces*, il falloit environ 85 *pieds* d'*air* ainſi dilaté pour faire équilibre à une *ligne* de mercure.

Cette dif-

653. C'eſt ici la principale cauſe des diffé

rences considérables qu'on a remarquées entre les diverses règles que j'ai rassemblées dans ma Ière. PARTIE. Par exemple, MM. *Mariotte* & *Scheuchzer*, avec une bonne théorie sur les condensations de l'*air* par la pression supérieure, mais partant d'un premier terme trop petit, n'ont point satisfait à l'expérience; & MM. *Maraldi*, *Cassini* & *Bernoulli*, ne suspectant point la justesse du premier terme au *niveau de la mer*, & trouvant par des expériences faites à de grandes hauteurs, que la progression harmonique ne croîssoit point assez pour s'accorder avec elles, ont imaginé que l'*air* se condensoit dans un rapport différent de celui des poids dont il étoit chargé.

férence est la principale cause de celles qui se trouvent entre les règles données par divers Physiciens.

654. Je tire un second avantage de mes observations au bord de la *mer*. C'est qu'étant faites sur la bâse commune des *hauteurs* terrestres, elles m'ont appris que, quoique ma *formule* pour mesurer ces *hauteurs* par le Baromètre, découle d'expériences faites sur une bâse plus élevée, elle est cependant applicable aux lieux les plus bas. Desorte qu'en joignant à ces expériences celles que j'ai faites sur les montagnes de *Faussigny*, il en résulte que, par cette méthode, j'ai mesuré les *hauteurs*, depuis la bâse de l'Atmosphère jusqu'à 1560 *toises* d'élévation, avec une très-grande exactitude, quoique dans des climats assez differens. Je puis donc raisonnablement penser que cette méthode est générale, & qu'on peut l'appliquer à toutes les *hauteurs* accessibles.

Les densités suivent au bord de la *Mer* la même loi que dans les parties plus élevées de l'Atmosphère.

Utilité de répéter les expériences du Barometre en divers climats.

655. J'aurai occasion dans la suite de fortifier cette conclusion, en appliquant ma régle à des observations faites par d'autres Physiciens, en des climats fort éloignés, & bien différens de celui que nous habitons. Cependant je verrois avec un grand plaisir, qu'on entreprît les mêmes expériences dans tous les climats. Ce seroit un moyen sûr d'approcher davantage de la perfection, parce qu'on pourroit comparer les effets de différences bien plus grandes dans les diverses causes qui influent sur la densité de l'*air*, & sur ses rapports à diverses *hauteurs*.

Mais avec des précautions toujours plus grandes.

Mais pour que ce nouveau travail puisse devenir vraiment utile, il faut augmenter encore les précautions à tous egards, plutôt que de les diminuer. C'est-là une condition commune à toutes ces *mesures*, qui, par les efforts de l'esprit, nous conduisent du très-petit au très-grand. Quand je vois l'Astronome dans son observatoire, tenter de comparer les distances des Astres, aux parties presqu'imperceptibles de ses instrumens, au travers de l'*air*, qui courbe diversement les rayons de la lumière ; quand je vois seulement le Géographe conclurre les positions des lieux terrestres, de celle de sa lunette sur le limbe de son Quart-de-cercle, & de l'heure de sa pendule ; je ne crains pas de présenter pour la *mesure* des *hauteurs*, les petites *echelles* du Baromètre & du Thermomètre. Mais aussi, j'en appelle au Géographe & à l'Astronome ; qu'ils nous disent s'ils ont perfectionné leur

Art

Art tout d'un coup ; & si l'exactitude du Mathématicien leur eût servi beaucoup, sans celle de l'Artiste & de l'Observateur.

On ne fera donc rien pour perfectionner la *mesure* que je propose ; on lui nuira même, si l'on n'apporte, dans de nouvelles recherches, tous les soins qu'exigent des expériences de cette espèce. On le comprendra, lorsque j'exposerai ce qui reste à perfectionner. C'est ce que je vais faire dans les Chapitres suivans. Sans cela on retomberoit dans l'incertitude

On ne doute pas qu'une mesure facile & exacte des hauteurs accessibles ne soit utile ; on sait sur-tout à combien d'égards il est essentiel en physique de bien connoître les modifications qu'éprouve l'Atmosphère. On doit donc ranger les expériences du Baromètre & du Thermomètre, prises sous ce point de vue, au rang de celles qui méritent le plus l'attention des Physiciens. Utilité de ces expériences.

CHAPITRE HUITIÈME.

Difficultés qui restent encore à vaincre dans la mesure des hauteurs par le Barometre, & principalement à l'égard de la détermination exacte des effets de la chaleur sur la densité de l'air.

656. LA première cause d'incertitude qui se présente dans les expériences du Baromètre, vient du Baromètre même. J'ai dit ci-devant (397), que, malgré toutes les corrections que j'ai faites à cet instrument & tous les soins que je Signe d'imperfection dans le Barometre.

prends dans l'obſervation, il ſe trouve quelquefois un *ſeizieme* & même un *huitieme* de *ligne* de différence entre des Baromètres, qui, pour l'ordinaire, ſont d'accord.

Cauſes de cette imperfection.

J'ai lieu de croire que ces différences proviennent, en grande partie, de l'imperfection des *tubes* (398). Peut-être auſſi que la qualité du *mercure* y influe; je n'ai jamais employé de *mercure* revivifié du cinnabre, qui peut-être ſeroit plus liquide. En un mot, je penſe que ces différences ſont occaſionnées par l'adhéſion du *mercure* au *verre*, ou par quelque différence d'attraction, dans les différentes parties du *tube*.

Moyen d'y remédier.

Je ne préſume pas que cette difficulté ſoit inſurmontable. Quel dégré de perfection n'a-t-on pas donné tout-à-coup aux lunettes, en portant plus d'attention ſur la nature du *verre* qu'on y emploie? On peut donc trouver auſſi quelqu'eſpèce de *verre*, plus homogène, dont la ſurface ſoit plus polie; peut-être auſſi des *tubes* plus exactement cylindriques, & enfin du *mercure* plus pur. Tellement que les colonnes de *mercure* renfermées dans ces *tubes*, n'y obéiſſent qu'au poids de l'air & à la chaleur, ou que leur réſiſtance ſoit toujours la même.

Utilité de cette correction.

Ce ſeroit un grand point d'obtenu, ſi l'on perfectionnoit ainſi le Baromètre. Ses défauts étoient un obſtacle à la découverte de tant de cauſes qui influent dans ces expériences. En le corrigeant au point où je ſuis parvenu, j'ai découvert la plupart de ces cauſes. Il s'agit à préſent de déterminer avec plus d'exactitude

les *Loix* qu'elles ſuivent dans leurs effets, & l'on y parviendra bien plus ſûrement, quand le Baromètre n'introduira aucune erreur dans les expériences.

657. Un des points les plus importans à déterminer, c'eſt l'influence de la *chaleur* ſur la *denſité* de l'*air* libre, diverſement comprimé par ſon propre poids. A la vue des changemens conſidérables que j'ai faits ſur les *hauteurs* fournies par le calcul immédiat des abbaiſſemens du Baromètre, pour les différences de la *chaleur* de l'*air*, on a dû comprendre combien il eſt eſſentiel de bien eſtimer les effets de cette cauſe. Le dégré d'uniformité auquel je ſuis parvenu, a montré en même tems que j'ai beaucoup approché de ce but. Cependant il reſte encore bien des obſtacles à vaincre. Importance de bien déterminer les effets de la *chaleur* ſur la denſité de l'*air*.

Le premier eſt dans l'obſervation elle-même, & celui-ci me paroît le plus grand. On peut rarement compter que la *chaleur* indiquée par le Thermomètre expoſé en plein air à la ſtation la plus élevée, ſoit égal à la *chaleur* de l'*air* à cette même élévation, au-deſſus de la ſtation inférieure. C'eſt-là cependant une des conditions néceſſaires pour l'exactitude, puiſque l'obſervation du Thermomètre ſupérieur doit concourir à déterminer la *chaleur* moyenne de la colonne d'*air* qui s'élève verticalement depuis la ſtation inférieure juſqu'à la hauteur qui correſpond horizontalement à la ſtation ſupérieure. Difficulté de connoître la vraie température des deux extrémité d'une colonne d'*air*.

658. Mais en ſuppoſant que par les obſervations du Thermomètre aux deux ſtations on connoiſſe exactement le dégré de *chaleur* des Il eſt difficile auſſi de connoître la vraie loi des

décroissemens de la chaleur de bas en-haut.

extrémités de la colonne d'air dont on veut mesurer la hauteur, il reste encore à savoir si la diminution de la *chaleur* de bas en-haut est en progression arithmétique ; ce que j'ai supposé pour plus de commodité dans le calcul. Si la différence de *chaleur* dans deux points différemment élevés étoit toujours la même, ou si du moins elle suivoit une Loi constante en ses variations, il m'auroit été facile de connoître la Loi des diminutions de la *chaleur* de bas en-haut. Mais je n'ai rien vu de fixe à cet égard ; & c'est en partie pour le prouver, que j'ai joint au détail de mes observations, les indications de la *chaleur* dans la plaine & sur la montagne, dont j'ai conclu la *chaleur* moyenne de la colonne d'*air*, en prenant la moitié de leur somme.

L'inertie de l'air peut occasionner des condensations & des dilatations irrégulières dans les variations de la chaleur.

659. Une troisième cause d'incertitude dans la détermination des effets de la *chaleur* sur l'*air*, c'est l'inertie de ce fluide, quelque mobile qu'il soit relativement à d'autres corps. Quand la *chaleur* augmente dans un lieu, & que l'*air* tend à s'y dilater, il ne peut pas écarter d'abord l'air voisin ; il faut un certain tems pour que l'équilibre s'établisse ; & pendant ce tems-là, la densité de l'*air* est plus grande qu'elle ne devroit être comparativement à la *chaleur* observée. Le contraire doit arriver, quoique moins sensiblement, quand la *chaleur* diminue ; & comme ses vicissitudes sont très-fréquentes, l'*air* n'est que rarement réduit au volume qu'il devroit occuper suivant les règles générales, tirées du tout ensemble des observations.

L'effet de cette cause sur la mesure des *hauteurs* par le Baromètre, doit être de les donner trop grandes, quand la *chaleur* va en augmentant; & trop petites, quand elle diminue; parce que, dans le premier cas, la partie mesurée d'une colonne d'*air* est plus condensée qu'elle ne devroit être suivant la règle; & que dans le second cas, elle l'est moins.

Effet de cette cause sur la mesure des hauteurs.

C'est-là peut-être la raison de ce que j'ai trouvé, que plusieurs de mes observations qui donnent trop de hauteur, ont été faites au moment le plus *chaud* du jour (596). La même cause contribue vraisemblablement aussi à ce que les observations faites vers le lever du soleil (tems où la *chaleur* diminue pour l'ordinaire subitement) ne donnent pas assez de *hauteur*.

Ce peut être la cause de quelques exceptions observées.

Ces effets doivent être plus sensibles, quand les augmentations ou diminutions de la *chaleur* sont plus rapides; & quand, par quelque cause locale, la *chaleur* agit plus fortement dans un lieu que dans les lieux voisins. Ils doivent l'être davantage aussi dans les vallées, que dans les lieux où l'*air* est plus libre.

Modification qu'elle doit éprouver.

660. J'ai remarqué une autre exception à la règle générale, qui est, en quelque sorte, opposée à la précédente; c'est que dans l'étendue d'environ 200 *pieds* au-dessus du terrein, quelle que soit son élévation, les effets de la *chaleur* sur l'*air* sont ordinairement plus grands que ne l'indique cette règle. J'attribue cette différence aux vapeurs sur lesquelles la

Le plus grand effet de la chaleur est dans la couche d'air qui repose sur le terrein.

chaleur agit avec plus de force que sur l'*air* pur. Mais il n'y a pas assez de constance dans cette cause, pour qu'il soit possible d'en soumettre les effets à des règles. D'ailleurs, il faut de bien grandes différences de *chaleur*, pour appercevoir ces effets sur de si petites colonnes.

Pour corriger les effets de la *chaleur* sur l'*air*, il faudroit connoître exactement le rapport de ses dilatations avec celle du *mercure*.

661. Enfin, pour déterminer exactement l'effet de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, par l'observation du Thermomètre de *mercure*, il faudroit connoître exactement le rapport des loix que suivent ces deux fluides dans leurs modifications par cette cause. Cet obstacle ne me paroît pas du genre des précédens; je crois qu'on parviendra à le vaincre, mais ce ne sera pas sans de grandes difficultés.

Cette recherche ne peut être l'objet de quelques expériences particulières.

Ce ne peut être l'objet de quelques expériences particulières, faites sur l'*air* renfermé. Son élasticité, & les corpuscules hétérogènes qui s'y mêlent, ne permettent pas de compter sur de telles expériences, pour avoir des résultats exacts; je l'ai montré en traitant du Thermomètre de M. *Amontons* (421). D'ailleurs, il est peu sûr de conclurre du petit au grand. Cette marche est utile quand on ne connoît encore rien sur un objet; elle commence à l'éclairer; elle fournit des idées. Mais ici il s'agit de perfectionner, & l'on n'y parviendra, je crois, qu'en étudiant les effets de la *chaleur* sur l'*air*, dans l'Atmosphère même.

Rapport vague trouvé par les expériences dans

662. L'une des combinaisons que je fis de mes expériences dans la montagne de *Salève*, m'indiqua la variation *moyenne* qu'avoit subi

la *denſité* de l'*air*, pour un *dégré* du Thermomètre de *mercure*, c'eſt-à-dire, le changement *moyen* qui en étoit reſulté dans le rapport des *hauteurs de l'air*, avec les *abbaiſſemens du mercure* dans le Baromètre. Ce changement fut d'abord exprimé par le nombre de *pieds* ou de *pouces* qu'il falloit ajouter, dans chaque ſtation, à la *hauteur* fournie par l'obſervation du Baromètre, ou qu'il falloit déduire de cette *hauteur*, pour une variation d'un *dégré* ſur le Thermomètre, au-deſſus ou au-deſſous d'un certain point que j'avois déterminé (588).

la montagne de Saiève.

Première détermination.

Par une autre combinaiſon des mêmes expériences, je trouvai que ce changement ne pouvoit pas être exprimé par une quantité conſtante, quoique les *dégrés* du Thermomètre fuſſent égaux entr'eux; mais que les quantités à *ajouter* à la *hauteur* conclue de l'obſervation du Baromètre, pour les *dégrés* du Thermomètre *au-deſſus* du point fixe, devoient être moindres que les quantités à *ſouſtraire* de cette même hauteur, pour les *dégrés* qui étoient *au deſſous* de ce point; ou, en général, que la quantité *abſolue* de ces changemens devoit ſucceſſivement décroître, pour des *dégrés* égaux de dilatation du mercure dans le Thermomètre (601).

Elle ne montre point encore de différence entre les *loix* des dilatations de l'*air* & du mercure.

Juſques-là, tout cadroit encore avec la ſuppoſition que les dilatations de l'*air* & du *mercure* ſuivoient la même loi par les augmentations de la *chaleur*. Car dans le Thermomètre auſſi, les volumes égaux du *mercure*, qui forment ſes *dégrés* égaux, ont ſuc-

cessivement moins de poids ; & c'est par le rapport des poids des colonnes d'*air* & de *mercure*, qui se tiennent mutuellement en équilibre, que l'on conclut la hauteur des premières par la hauteur connue des dernières (603).

Il y a beaucoup de difficulté à pousser plus loin cette recherche.

J'avois apperçu tant de causes qui introduisoient de petites erreurs dans ces observations, que je n'espérai pas de pouvoir y démêler la vraie *loi* des dilatations de l'*air*, comparativement à celle du *mercure*. Mais peut-être que, fatigué par tout le travail que j'avois déja fait, en combinant de tant de manières ce grand nombre d'observations, je désespérai trop tôt de réussir dans cette recherche. Quoi qu'il en soit, voyant que les *hauteurs* fournies par le calcul immédiat des abbaissemens du mercure, étoient d'autant moindres que la *chaleur* avoit été plus grande, je me suis contenté de faire les corrections pour la *chaleur*, proportionnelles aux *hauteurs* conclues immédiatement. Par là, les changemens *absolus* que je fais sur ces *hauteurs* pour chaque *dégré* du Thermomètre, sont bien successivement moindres, à mesure que la chaleur augmente : mais je n'ai pu découvrir encore si la *Loi* que cette correction suppose, est exactement celle que suit l'*air* dans ses modifications par la *chaleur*. Je vais montrer les difficultés que j'ai rencontrées dans cette recherche.

Règle admise provisionnellement.

Formule qui en découle.

663. Je commencerai par donner, dans une seule *formule*, la règle que j'ai employée pour calculer les différences de hauteur du mercure, en y introduisant cette correction pour la *chaleur*.

Pour l'intelligence de cette *formule*, il faut se rappeller que, lorsque la *chaleur* de l'*air* est au *zéro* de mon Thermomètre, la *différence des logarithmes des hauteurs du mercure* exprime en *milliemes de toises* la *différence de hauteur des lieux* où le Baromètre a été observé (610); & que les *dégrés* de mon Thermomètre ont une grandeur telle, qu'aux environs du point *zéro*, un de ces *dégrés* correspond à $\frac{1}{100}$, ou un *demi-dégré* à $\frac{1}{1000}$ de changement dans le volume de l'*air*. Cela posé :

soit *a* Le nombre des *demi-dégrés* de mon Thermomètre observés en + ou en —, relativement au point *zéro* :

b La hauteur du mercure dans le Baromètre, observée à une certaine station :

c Sa hauteur observée au même moment à une station plus basse :

Alors la règle que j'emploie pour avoir en toises la différence de hauteurs des deux stations, se réduit à cette *formule* ;

$$\frac{\text{Log.}\,c - \text{log.}\,b - \frac{+\,\overline{\text{log.}\,c - \text{log.}\,b} \times a}{1000}}{1000}$$

Mais cette règle est-elle exacte ? J'ai cru quelquefois être en état de résoudre cette question ; & toujours quelque nouvelle considération physique est venue déranger mes calculs. Il est vrai que par le nombre des

Doutes sur son exactitude.

conditions qu'il faut avoir à la fois présentes à l'esprit, dans cette recherche, il faudroit nécessairement la suivre sans interruption, & jamais je ne l'ai pu.

Recherche de l'effet des variations de la *chaleur* dans l'*air*, sur la différence de hauteur du Barometre.

Je pensai d'abotd à chercher, par la Théorie, quelle correction il faudroit faire, pour la *chaleur* de l'*air*, sur les observations du Barometre, afin que leurs résultats fussent les mêmes dans les mêmes lieux, en partant de l'hypothèse, que les dilatations de l'*air*, & celles du *mercure* par la *chaleur*, sont proportionnelles; me proposant ensuite de comparer cette correction avec celle que j'ai employée, & sur-tout avec mes expériences.

But qu'on doit se proposer dans cette recherche.

Les *différences de hauteurs* des lieux où l'on a observé le Baromètre, étant proportionnelles aux *différences des logarithmes* des hauteurs où le mercure s'est soutenu dans ces lieux-là, & les *différences des logarithmes* des nombres qui ont ent'eux le même rapport, étant égales entr'elles, pour trouver toujours par le Baromètre la même *différence de hauteur* entre deux lieux donnés, quelle que soit la *chaleur* de l'*air*, il faut pouvoir ramener sûrement les hauteurs du Baromètre, observées en ces lieux-là, au *rapport* qu'elles auroient entr'elles par un dégré fixe de *chaleur* de l'*air*.

Quelle est celle des deux hauteurs observées du Baromètre, qui doit être corrigée?

Ici se présente une première question. Sur laquelle des deux *hauteurs* du mercure, faut-il faire la correction, pour rétablir entr'elles le *rapport* altéré par la différence de la *chaleur*? Il me semble que ce doit être sur celle qui a été observée au lieu le plus bas. Car nous avons d'abord à connoître la *densité* de l'*air* résul-

ite de la *pression.* Or, la quantité de la *pres-on* est déterminée par la hauteur de la co-nne de mercure soutenue dans le Baromètre u lieu le plus élevé, quelle que soit la cause ui donne à l'air le *poids* représenté par cette *lonne.* C'est donc là une des *données* inva-ables du problême. Ainsi le seul effet de la *aleur* qu'on doive considérer, c'est l'altéra-on qu'elle produit dans la *densité* de la co-nne d'air *interceptée* par les deux stations ; par conséquent dans la *hauteur* du mercure la station la plus basse, dont la différence ec la *hauteur* observée au lieu le plus haut, produite par le *poids* de la colonne *inter-tée.* Il résulte de-là (en ne considérant point effets de l'élasticité de l'*air* dans les change-ns que produit la *chaleur*) que les hauteurs u Baromètre, devroient être ainsi corrigées,

C'est celle qui a été observée au lieu le plus bas.

Formule pour cette correction, en négligeant l'effet de l'*élasticité* de l'*air.*

$$\text{r les différences de la } \textit{chaleur} : \overline{c} + \frac{\overline{c - b} \times a}{1000}$$

e m'arrêterai pas à le démontrer.

64. Mais cette formule suppose, que le effet qui résulte des variations de la *cha-* dans la colonne d'air *interceptée*, est un ngement dans sa *densité*, semblable dans tes ses parties. Tandis que l'*air* étant *élasti-*, & ses parties pesant les unes sur les au-, les changemens qui arrivent dans la *den-* des parties supérieures de cette colonne, uent sur la *densité* des parties inférieures. si la *densité* de celles-ci est modifiée de deux nières par les variations de la *chaleur* ; sa-

Effet de l'*élasticité* de l'*air* dans les changemens qu'il subit par la *chaleur.*

voir, par les changemens qu'elles subiss[...] elles-mêmes, & par la différence de pres[...] qu'elles éprouvent, à cause de ceux que [...] bissent les parties supérieures. Cette derni[...] cause tend à augmenter l'effet de la premi[...] mais suivant une autre *Loi*; ce qui comp[...] que déjà le problême.

Incertitude occasionnée par la remarque de M. *Amontons* sur l'influence du *poids* dont l'air est chargé dans les effets que la *chaleur* produit sur lui.

Et s'il est vrai, comme M. *Amontons* [...] cru le voir dans ses expériences (421 *p.* 434[...] que les effets de la *chaleur* sur l'*air*, sont pr[...] portionnels au *poids* dont il est chargé : [...] encore une nouvelle condition à laquelle [...] faut satisfaire. Et alors il ne suffira pas d'av[...] égard à la *différence* des *hauteurs* du Baro[...] tre : les *hauteurs* elles-mêmes influeront. [...] de plus, il faudra considérer doublement l'ef[...] des changemens produits par la *chaleur* d[...] la *pression* qu'exercent les unes sur les autr[...] les parties de la colonne d'air *interceptée*.

Obstacles dans la vérification de cette remarque de M. *Amontons*.

Mais il ne suffit pas de résoudre ce pro[...] blême mathématique, il faut s'assurer de l'exi[...] tence des causes physiques. Et comment dé[...] couvrir à la fois, s'il est vrai que les effe[...] de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, soient pro[...] portionnels au *poids* dont il est chargé; [...] quelle est la *Loi* que suivent les dilatations d[...] l'*air* par cette même cause, comparativeme[...] à des dilatations du *mercure* égales entr'elle[...] Comment sur-tout parvenir à ces découve[...] tes, au travers d'autres causes de différenc[...] dans les observations?

Voilà d'où naissent les difficultés, & c[...] recherches devenoient d'autant plus pénib[...] pour moi, qu'à chaque tentative il aur[...]

llu calculer de nouveau ce grand nombre
'observations, que j'avois déjà calculées tant
e fois. Je me suis donc contenté de faire des
ſais sur des *ensembles*, pris dans les diffé-
ns sens qui pouvoient faire ressortir les dif-
rences des formules : & jusqu'à présent, je
'en ai trouvé aucune qui augmente assez la
égularité de mes résultats, pour lui sacrifier
simplicité de celle que j'ai employée. Il est
rai que je n'ai pu donner à cet examen tout
tems qu'il auroit exigé. C'est-pourquoi je
e rends pas compte en détail de toutes ces
ntatives. Je me suis proposé seulement de
ontrer les causes de l'incertitude qui reste
ncore dans la détermination des effets de la
aleur sur la *densité* de l'*air*. En voilà déjà un
and nombre que j'ai exposées dans ce Cha-
itre ; cependant il en reste encore une, dont
es conséquences sont très-étendues, & qui
ar cette raison fera l'objet du Chapitre suivant.

CHAPITRE NEUVIEME.

Essai sur la principale cause des Variations du Barometre dans un même lieu : son influence sur les observations de cet instrument relatives à la mesure des Hauteurs. Explication des principaux Phénomènes qui accompagnent ces variations.

665. J'AI renvoyé dans ce Chapitre l'expo-
ition d'une des causes qui m'est vraisemblable-

ment le plus d'obstacle à l'estimation exacte de effets de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, m proposant de la traiter avec assez d'étendue.

Plusieurs des expériences que j'ai faites la montagne de *Salève* m'ont fait penser, qu la cause des variations du Baromètre dans u même lieu, n'influe pas toujours égaleme dans toute la *hauteur* de l'Atmosphère. Si l'o examine les observations que j'ai faites en u même jour, à toutes mes stations dans la mo tagne de *Salève*, on verra quelquefois qu dans les stations les plus basses, l'observatio donne trop de *hauteur*; & qu'à mesure que l stations s'élèvent, cette différence diminu & passe même jusqu'à devenir opposée d le haut de la montagne. D'autres fois au co traire, c'est dans le bas que l'observation donne pas assez de *hauteur*; & cette différen opposée à la première, se corrige aussi & d vient même contraire dans les stations sup rieures. Les observations du 25 Mars 176 sont un exemple du premier cas; & l'on tro vera le dernier dans celles du 8e. Juin 175 Il y a beaucoup d'autres exemples semblabl qui, sans être aussi frappans, concourent c pendant à indiquer l'action de quelque cau particulière.

La Loi des pressions est quelquefois troubléedans la région des météores.

666. Ce changement de rapport dans l *densités* de l'Atmosphère m'a conduit à pens que la région des exhalaisons & des vape est sujette à des vicissitudes de dilatation de condensations qui sont indépendantes d loix générales; & qui, par conséquent, d vent occasionner des exceptions à ces loix.

vois pu former dès le commencement de es recherches, tous les plans d'observations ie la réflexion & l'expérience m'ont fournis puis, j'ai lieu de croire que je serois parnu à connoître quelque chose de plus po-if sur l'influence de cette cause. Mais je n'ai perçu cette possibilité, qu'après avoir fait utes les observations que j'ai rapportées. 'est-pourquoi je me bornerai pour le présent développer ce que ces mêmes observations diquent, quoique je les aie entreprises sans cune vue à cet égard.

667. La méthode que j'emploie pour calller les abbaissamens du mercure dans le Baromètre, suppose que les variations de hauteur la colonne dans le même lieu, sont pro-ites par une cause absolument semblable à lle qui la rend plus longue ou plus courte, squ'on descend ou qu'on monte dans l'Atmosphère (549); c'est-à dire, que je consire le changement qui se fait dans l'élasticité la densité de l'*air*, quand le mercure s'abbaisse ns le Baromètre *sédentaire*, comme semble à celui qu'on éprouveroit, si l'on porit le Baromètre dans un lieu plus élevé, & ciproquement.

Différence possible entre les effets de la cause qui fait abbaisser le mercure dans le même lieu, & de celle qui le fait abbaisser quand on élève le Baromètre.

Mais pour que cette méthode fût parfaitement exacte, il faudroit que la diminution du ids de l'*air* dans un même lieu, fût produite r la soustraction d'une partie de ce fluide, rfaitement de même nature que le tout. Cendant on peut concevoir, que l'élasticité spéique de la partie soustraite, est plus grande, moindre, que l'élasticité moyenne de la

colonne; & si cela est, il faut nécessairement avoir égard à cette différence. Par exemple, si le fluide qui s'échappe est spécifiquement plus élastique que le composé total de l'Atmosphère après sa sortie, ce composé étant moins élastique qu'il n'étoit auparavant, doit nécessairement être plus condensé; en sorte qu'une de ses colonnes, égale en poids à une autre colonne du composé précédent, doit avoir moins de longueur par une égale pression. Cette idée m'est venue trop tard, pour la soumettre à des expériences immédiates; j'espére cependant de lui donner quelque consistance, en l'appliquant à mes observations.

Plusieurs des observations qui donnent les hauteurs trop grandes ont été faites en des tems où le Baromètre étoit bas.

668. N'ayant à consulter que mes expériences précédentes, lorsqu'elles m'indiquèrent elles-mêmes que l'air pouvoit bien être sujet à des mélanges qui rendoient son élasticité variable, je les considérai sous ce point de vue; & reprenant celui de mes *tableaux* où j'avois rangé mes expériences suivant l'ordre de leurs résultats (592), je remarquai qu'assez généralement les observations qui donnoient trop de *hauteur*, correspondoient aux moindres élévations du Baromètre de la plaine. Mais comme il y avoit plusieurs exceptions à ce rapport, je vis qu'il falloit chercher d'abord, non la certitude, mais la probabilité.

Les résultats moyens indiquent cette même relation.

Pour cet effet, je rangeai de nouveau toutes mes observations, suivant l'ordre des hauteurs du Baromètre de la plaine, en commençant à chaque station par le plus grand abbaissement du mercure: après quoi, j'additionnai séparément les moitiés supérieures & les moitiés

moitiés inférieures des colonnes qui renfermoient les *hauteurs* résultantes du calcul. Je vis par cette première tentative, qu'excepté dans la 1ere. la 13me. & la 14me. station, la somme des moitiés supérieures de ces colonnes; c'est-à-dire, de celles qui correspondoient aux moindres élévations du mercure dans le Baromètre de la plaine, étoit toujours plus grande que la somme des moitiés inférieures qui contenoient les observations faites dans les tems où le Baromètre avoit été le plus haut.

Autre combinaison des observations qui indique la même chose.

669. De ce premier examen, je passai à un second. On a vu dans le détail de mes expériences, que la hauteur moyenne donnée par le calcul, est dans quelques stations plus grande, & dans les autres plus petite que la hauteur réelle. Je cherchai donc à savoir, si cette différence avoit quelque rapport avec celle de la hauteur du mercure. Pour cet effet, j'additionnai toutes les hauteurs du mercure dans le Baromètre de la plaine à chaque station, & je divisai leurs sommes par le nombre des expériences. Je rangeai ensuite toutes ces hauteurs moyennes du mercure suivant l'ordre de leurs augmentations, & je plaçai auprès de chacune, la différence trouvée entre la *hauteur* moyenne du lieu, déterminée par le calcul, & la *hauteur* réelle, soit en *excès*, soit en *défaut*.

Le résultat de ce second examen, confirma celui du premier; car les différences en *excès*, se trouvèrent toutes dans le haut de la colonne; c'est-à-dire, qu'elles correspondoient avec les moindres hauteurs moyennes du Baromètre de la plaine.

Les exceptions ont des rapports avec les différences de chaleur.

Enfin, j'examinai les circonstances qui avoient accompagné les observations dont les résultats différoient du résultat moyen ; c'est-à-dire, de celles qui, faites dans des tems où le Baromètre de la plaine avoit été au-dessous de sa hauteur moyenne, ne donnoient cependant pas trop de *hauteur*, ou n'en donnoient pas même assez ; & de celles qui, au contraire, par des hauteurs du mercure plus grandes que sa hauteur moyenne, donnoient néanmoins trop de *hauteur* par le calcul ; & je trouvai par cet examen, que dans la plupart des observations du premier cas, il faisoit fort chaud ; & que dans celles du second cas, la chaleur avoit été le plus souvent au-dessous du terme moyen.

Il faudroit donc une nouvelle correction relative à ces nouveaux rapports.

670. Il me paroît donc que, pour déterminer exactement par le Baromètre la différence de *hauteur* de deux stations, il ne suffit pas de connoître par la hauteur du mercure le poids qui comprime la colonne d'air, & par le Thermomètre la température de cette colonne ; mais qu'il faut encore avoir égard à une autre cause qui influe sur la densité de l'*air*, savoir celle des *variations* du Baromètre.

Accord ordinaire de l'hygromètre & du Baromètre pour prédire le beau & le mauvais tems.

671. Pour découvrir la cause qui produit les *variations* du Baromètre *sédentaire*, examinons les circonstances qui les accompagnent. L'accord presque ordinaire du Baromètre & de l'*Hygromètre*, est la plus essentielle de ces circonstances ; c'est aussi celle que j'ai particulièrement en vue pour le présent.

Quoique l'*Hygromètre* soit placé dans un lieu qui n'a, avec l'*air* extérieur, que des communications imperceptibles, il indique or-

dinairement une augmentation d'humidité, quand le Baromètre descend. Toute personne attentive peut avoir remarqué ce Phénomene; & il n'est pas nécessaire pour cela d'avoir un *hygromètre* artificiel; les cordes, les sels, les bois, les pierres même, sont autant d'*hygroscopes* qui tiennent lieu de *Baromètre* au Peuple dans tout pays, pour prédire la pluie prochaine, & le retour du beau tems. (*a*). On

(*a*) L'humidité fait enfler les cordes qui sont composées de fibres végétales tordues, & par cela même ces cordes s'accourcissent quand elles en sont pénétrées: Elle ramollit & relâche celles qui sont faites de substances animales, comme les cordes de boyau qui, par cette raison, s'allongent: elle pénètre en très-grande abondance la plupart des sels qui augmentent alors de poids & même quelquefois se liquéfient: elle s'insinue dans le bois, sur-tout quand il est en œuvre & que par conséquent la sève est évaporée; elle écarte alors ses fibres, & c'est par-là qu'elle empêche souvent des portes de s'ouvrir ou de se fermer; & qu'elle produit ces pétillemens qu'on entend quelquefois dans les boisages, dont les assemblages tendent à se resserrer quand l'humidité les pénètre.

J'ai dit que les pierres même sont des hygroscopes; mais l'humidité s'y manifeste différemment que dans les corps dont je viens de parler. Certaines pierres poreuses se ramollissent considérablement quand l'air est humide. On voyoit par exemple, & l'on voit peut-être encore, auprès d'Asscheleben, à 20 lieues à l'Ouest de Leipsick, une pierre qui tenoit lieu de Baromètre aux voyageurs. Quand la pluie étoit prochaine, on y plantoit un clou, comme dans de l'argile; mais quans le beau tems devoit continuer, cette pierre, qu'on voyoit toute garnie de cloux, émoussoit au premier coup ceux qu'on vouloit y planter alors.

D'autres pierres manifestent l'humidité, parce que

ſait auſſi que la couronne foiblement lumineuſe, dont la lune eſt quelquefois environ-

---

leur ſurface eſt polie ; ce qui ſuppoſe ordinairement qu'elles ſont dures, & que leurs pores ſont aſſez ſerrés pour que l'humidité les pénètre difficilement : dans ce cas, le fluide igné qui eſt ſon vehicule, comme on le verra bientôt, s'introduit ſeul, & la dépoſe à la ſurface de ces pierres où ſon accumulation la rend viſible. Les pierres les plus tendres & les plus poreuſes peuvent auſſi produire le même effet, lorſqu'elles ſont expoſées longtems à la tranſpiration ou à l'attouchement des hommes & des bêtes, ou quand, par d'autres cauſes, elles ont été couvertes d'une eſpèce de vernis qui bouche l'entrée de leurs pores, & ſur lequel l'humidité s'accumule par la même raiſon que ſur les pierres dures & polies. On voit fréquemment des pierres ainſi *verniſſées* dans de vieux bâtimens, & ce ne ſont pas celles qui ſe conſervent le moins.

Une autre condition néceſſaire pour que les pierres & les autres corps polis qui n'admettent pas aiſément l'humidité dans leurs pores, en ſoient couverts à leur ſurface quand elle eſt répandue dans l'air ; c'eſt que ces corps ſe trouvent en des lieux où l'air ait un libre accès, ſans néanmoins qu'il s'y renouvelle fréquemment par les courants que les vents produiſent dans l'Atmoſphère. Ainſi l'on voit rarement ces corps ſe couvrir d'humidité en plein air ; c'eſt-à-dire, dans les grandes rues, dans les places publiques, dans le haut des édifices, & même dans les grandes cours bien percées ; parce que les corps expoſés à l'air libre contractent beaucoup plus promptement ſa température ; & parce que dans tout air agité l'évaporation eſt plus prompte. L'humidité, qui s'attache ſur les corps polis expoſés en plein air, s'évapore de nouveau preſqu'auſſi-tôt qu'elle eſt dépoſée, à moins qu'il n'y ait une augmentation conſidérable & ſubite de chaleur & d'humidité. Mais dans l'intérieur des édifices trop reſſerrés, & même dans les rues étroites, où la température change fort lentement, & où l'air ne circule

née (*a*), est un présage de pluie. Or, cette couronne n'est produite que par la réflexion des rayons de la lune, sur des vapeurs répandues dans l'air, qui, sans cela, seroient imperceptibles.

Différence entre les brouillards & l'humidité qui affecte ordinairement l'hygromètre.

672. L'*humidité* qui agit ordinairement sur l'*Hygrometre*, n'est point semblable à celle que nous voyons sous la forme de *brouillards*. Ceux-ci ne font pas baisser le Baromètre, & l'*Hygrometre* n'en est presque point affecté, quand il est dans une chambre bien fermée. Aussi les *brouillards* ne produisent-ils pas dans les observations relatives à la mesure des *hauteurs*, une erreur semblable à celle que produit l'*humidité*; on peut voir, par celles que j'ai faites le premier Octobre 1758 dans toutes les stations de *Salève*, que l'erreur est

---

qu'avec peine; les pierres polies, celles qui sont couvertes de cette espèce de vernis dont j'ai parlé, & les murs même dont les pores extérieurs ont été bouchés par un enduit semblable, sont des hygroscopes qui pour l'ordinaire annoncent la pluie en manifestant l'humidité de l'air.

Il y a des tems où cette humidité qui paroît distiller des murs n'est pas un signe de pluie; j'aurai soin de les indiquer lorsqu'après avoir développé mon sistême météorologique, j'expliquerai les phénomènes qui appartiennent à ce sujet.

(*a*) Je n'entends pas ici les *Hâlos* ou cercles lumineux qui se forment quelquefois autour de la lune; ce phénomène est peu fréquent. Je ne parle que d'un phénomène très-commun, de cette foible lumière qui environne la lune lorsqu'on dit vulgairement en certains pays: *la lune se baigne*.

oppofée à celle dont je parle ; mais on verra en même tems, que le Baromètre étoit ce jour-là au-deffus de fa *hauteur* moyénne.

Formation des brouillards.

673. Il y a donc une différence effentielle entre les *brouillards* & l'*humidité* ; & la chaleur, qui eft leur caufe commune, agit différemment pour les produire. Les *brouillards* ne s'élèvent des marais, des rivières, des lacs & de la mer même, que dans les tems où l'eau eft beaucoup plus chaude que l'*air;* ce qui arrive ordinairement en Automne. La *chaleur* agit, en ce cas, de l'intérieur à l'extérieur ; elle fort de l'eau pour fe mettre en équilibre, & entraîne avec elle des particules d'eau, en forme de globules très-diftincts à nos yeux. Ces particules flottent dans l'*air* fans l'altérer fenfiblement.

Formation des vapeurs fubtiles.

674. Quant à l'*humidité*, que je nommerai *vapeur* dans la fuite, elle eft produite en tout tems par l'action de la *chaleur* ; elle n'eft point vifible, parce que fes particules font fi petites, & fe mêlent fi intimément avec l'air dans lequel elles s'élèvent par leur *légéreté*, qu'elles ne diminuent prefque point fa tranfparence, & qu'elles l'accompagnent par-tout où il pénètre.

Comme l'excès de pefanteur fpécifique de l'*air* fur les *vapeurs*, eft le fondement de tout ce que je me propofe dire fur cette matière, & que ce point n'eft pas généralement admis par les Phyficiens (201), je me crois obligé, avant d'aller plus loin, d'expofer les raifons fur lefquelles je le fonde.

Preuves de la légèreté des vapeurs relativement à l'air.

675. On convient généralement que, si la chaleur est la cause immédiate de l'évaporation, les *vapeurs* qui en résultent, peuvent être plus *légeres* que l'air. En effet, quelle que soit la manière dont le fluide igné se combine avec l'eau; qu'il gonfle ses particules comme des ballons; ou que s'attachant à elles, il les divise & leur communique l'agitation dont il est doué; qu'il dilate leurs pores; ou qu'enfin il augmente leur élasticité ou leur force répulsive (*a*): ces petits composés d'eau & de feu, que je nomme *vapeurs*, pourront être plus *légers* que l'air (*b*). Il suffit donc de faire voir: 1°. Que le feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air, & meme qu'avec la plupart des matières combustibles; & que, par conséquent, il peut être dans les *vapeurs* en très-grande quantité: 2°. Qu'il y a toujours assez de feu répandu dans les corps, même au plus fort de l'Hyver, pour produire l'évaporation: 3°. Que les *vapeurs* indiquent

Si les vapeurs sont produites par le feu, elles peuvent être plus légères que l'air.

(*a*) Voyez le *Cours de Physique expérimentale de Désaguliers*, traduction du P. *Pezenas*, 4°. *Tom.* II. *p.* 350.

(*b*) Il est encore indifférent à mon hypothèse que le *feu* soit une matière réelle, ou une simple modification; car pourvu qu'on m'accorde que cette modification se communique (ce que personne ne refusera) tout ce que je dirai dans la première supposition sera également vrai dans la seconde.

elles-mêmes ce véhicule : 4°. Enfin, que l'expérience prouve la *légereté* des *vapeurs*.

Ire. proposition. *Le feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air, & même qu'avec la plupart des matières combustibles.*

676. J'ai dit d'abord que *le feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air, & même qu'avec la plupart des matières combustibles.* Je fonde ce sentiment sur plusieurs Phénomènes très-connus, & qu'il suffit d'expliquer. L'*eau* n'éteint le *feu*, que parce qu'elle a plus d'affinité avec lui qu'il n'en a avec les matières combustibles auxquelles il est attaché; il quitte ces matières pour se joindre à l'*eau*; il la réduit en *vapeurs* & s'échappe avec elle. L'*eau* garantit de l'action du *feu* les matières qu'elle environne, ou qu'elle a pénétrées, parce que le *feu* ne s'attache qu'à l'*eau*, tant qu'il y en a suffisamment pour l'absorber. C'est par la même raison, que le bois *verd* ne brûle pas si promptement que le bois *sec*. Si les matières combustibles sont d'une nature telle que le *feu* ait moins d'affinité avec l'*eau* qu'il n'en a avec ces matières; l'*eau* ne les *éteint* point quand elles sont embrâsées; tel est sans doute le *feu grégeois*.

Comment l'air augmente l'action du feu.

677. L'*air*, au contraire, bien loin d'*éteindre* le *feu*, augmente son action sur les matières combustibles; n'ayant que très-peu d'affinité avec le *feu*, il le concentre sur ces matières; & le tient comme en prison. C'est pour cela que quand on fait le *vuide* sous un récipient, où l'on a renfermé une bougie allumée, ou des charbons embrâsés, le *fluide igné* n'étant plus retenu par la compression de l'air, se dilate & se dissipe. C'est aussi par la même raison, que les corps perdent plus

romptement leur chaleur dans le *vuide* que
ans l'air. Le *feu* de nos cheminées est plus
ctif quand l'air est sec que quand il est hu-
nide ; parce que, dans ce dernier cas, le
eu abandonne le bois, pour se joindre aux
apeurs. L'*air* renfermé dans une petite boule
e verre scellée hermétiquement, résiste à
introduction du fluide *igné*, & la phiole peut
ester long-tems exposée à l'action du *feu* sans
e rompre. Mais si l'on y renferme une seule
outte d'*eau*, le *feu* la réduit aussi-tôt en
apeurs, & s'accumule en si grande quantité
ans ses pores, que la petite boule se rompt
vec éclat.

678. On sait que la chaleur diminue à mesure qu'on s'élève dans l'Atmosphère, 203). Ce Phénomène général combiné avec nes observations dans la montagne de *Salève*, rouve encore que le *feu* a moins d'affinité vec l'*air* qu'avec les particules aqueuses. On ttribue uniquement, pour l'ordinaire, la plus grande chaleur des parties inférieures de l'Atmosphère, aux réflexions produites par le errein. Je conviens que l'influence de cette ause est très-grande ; mais elle ne suffit pas our expliquer les Phénomènes. Car s'il n'y voit pas une autre cause de la différence de haleur dans les couches d'air placées à différentes élévations, le rapport de la chaleur ntre deux lieux différemment élevés deroit se conserver à-peu-près le même. Or l est certain, par mes expériences, que ce apport varie beaucoup, & continuellement. l faut donc avoir recours à une autre cause,

La chaleur diminue à mesure qu'on s'élève dans l'Atmosphère.

Les réflexions du terrein ne produisent pas seules cet effet.

La diminution de chaleur de bas en-haut n'est pas régulière.

qui arrête la chaleur dans les différentes couches de l'Atmoſphère ; à une cauſe mobile, qui agiſſe plus ou moins dans un même lieu en différens tems, & dont cependant les effets ſoient plus conſidérables, à meſure qu'on deſcend vers la plaine. Les *exhalaiſons* & les *vapeurs* peuvent ſatisfaire à toutes ces conditions ; elles ſont fort abondantes dans le bas de l'Atmoſphère, parce que l'*air* plus denſe eſt plus capable de les ſoutenir. Mais comme elles ſont mobiles, l'agitation de l'*air* les fait élever plus ou moins, ſuivant ſa direction ; les vents peuvent en apporter auſſi plus ou moins, dans différentes couches de l'Atmoſphère ; ces *vapeurs* & ces *exhalaiſons* retiennent pendant long-tems le *feu* qui les a produites, & celui qui circule dans l'*air*, quelle que ſoit ſa ſource immédiate ; & par cela même le rapport de la *chaleur* entre les diverſes couches de l'*air* doit ſuivre, comme il ſuit en effet, l'inconſtance de cette cauſe.

Elle eſt produite en grande partie par la différente quantité de vapeurs.

679. Cette influence de la différence de *pureté* de l'*air* ſur ſon dégré de *chaleur*, eſt probablement une des cauſes de la différence de température des courants d'air produits par les vents du *Nord* & du *Sud*. Le dernier eſt conſtamment plus chaud dans nos climats que le premier. Si cette différence n'avoit lieu qu'en Hyver, on pourroit l'attribuer à la poſition du ſoleil, qui, ceſſant d'échauffer les régions de notre Pole, en paſſant au-delà de l'Equateur, doit mettre dans la température de l'*air* qui nous vient de ces deux parties du Globe, la différence que nous y obſervons. Mais nous

Les vapeurs produiſent ſans doute la différence de température des vents *Nord-Eſt* & *Sud-Oueſt*.

·ouvons la même différence en Été, &
ıs cette saison, la position du soleil est
posée à la précédente. La différence de
ıleur de ces deux vents ne vient-elle donc
int de ce que l'*air* que nous apporte celui
Sud, étant chargé de *vapeurs*, est plus
ceptible d'être échauffé; & qu'au contraire
vent du *Nord* charrie un *air* pur, qui résiste à
tre?

680. Entre un grand nombre d'autres Phé-
mènes qui concourent à prouver que *le feu*
plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air, il en
un que je ne dois pas omettre. Comme
est d'une autre espèce, il fera connoître d'au-
ıt mieux que cette différence d'affinité tient
une Loi générale. Il s'agit du *fluide électri-*
e, qui ressemble à tant d'égards au *fluide*
ıé, (si toutefois il n'est pas le même);
i, comme lui, se dissipe dans l'*air humi-*
, & se communique à l'*eau* très-facilement.

Le fluide électrique a aussi plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air.

681. Une expérience singulière, que nous
nes, mon frère & moi, dans le commen-
ment de l'année 1749, prouve, d'une ma-
ère bien sensible, cette affinité du *fluide élec-*
que avec l'*eau*. Nous parvînmes successive-
ent à faire l'*expérience de Leyde*, au travers
ı *Rhône*, & de toutes les Fontaines auxquelles
donne de l'eau par le moyen de pompes
pirantes & refoulantes, à une distance de
ıo *toises* (*a*). Ce qu'il y eut encore de re-

Le *Rhône* & les fontaines qui en dérivent devenus *conducteurs* du fluide électrique.

(*a*) La distance de 200 *toises* étoit la borne locale
non celle de la propagation du *fluide électrique*: car,
lgré cet intervalle, la *commotion* n'étoit point sensi-

L'humidité des rues produit le même effet.

marquable dans cette expérience, c'est que par-tout où le pavé des rues étoit simplement humecté par l'eau des Fontaines, on éprouvoit la *commotion* dans les jambes, en tirant une étincelle d'un fil de fer qui partoit du *conducteur* de la machine (*a*). On voit, par cette expérience, que l'*humidité* seule suffit, pour transmettre le *fluide électrique* à une distance considérable ; car, dans quel sens qu'on imagine que se fit le courant de ce fluide, il est toujours certain que le *Rhône* & toute la masse du terrein *humide* lui servirent de véhicule.

L'air s'oppose à l'expansion du fluide électrique.

682. L'air, au contraire, s'oppose à l'expansion du *fluide électrique*. On sait qu'une bouteille pleine d'*eau*, ou vuide d'*air*, étant suspendue dans l'*air sec* par un cordon de soie, conserve pendant fort long-tems le *fluide électrique* qu'on lui a communiqué.

Je puis donc poser comme certain, que la matière du *feu* & le *fluide électrique*, qui sont peut-être une seule & même substance différemment modifiée, s'unissent très-facilement à l'*eau*, & que le *feu* proprement dit la transforme en *vapeurs*.

---

blement affoiblie. Peut-être que, s'il étoit possible de conduire un fil de métal suffisamment isolé, depuis *Genève* jusqu'à la *Mer*, on pourroit faire l'expérience de Leyde à cette distance, par l'entremise du *Rhône*.

(*a*) Cette expérience est rapportée avec assez de détail dans la 3me. des *Lettres* que M. l'*Abbé Nollet* publia sur l'électricité en en 1763. Cette lettre est adressée à feu *M.* le Professeur *Jallabert*, qui, ayant été témoin de cette expérience, en fit part à M. l'*Abbé Nollet*.

683. Il résulte aussi des mêmes expériences, e ces *vapeurs*, flottant dans l'air, doivent nserver leur *feu* pendant long-tems, comme conserve l'*eau* électrisée, dont je viens de rler. On ne m'objectera pas, sans doute, *refroidissement* des corps dans l'air, & la minution du *fluide électrique* dans l'*eau* de dernière expérience; car je n'ai pas dit que *ir* n'admet point le *feu*, mais seulement l'il résiste beaucoup à l'admettre. D'ailleurs, tre la lenteur de ces diminutions, il est cer-in que l'*air* n'est jamais *pur* autour des corps i se *refroidissent* : au-lieu que relativement x particules des *vapeurs* & des *exhalaisons*, i sont elles-mêmes l'*impureté* de l'*air*, celui i les environne, est toujours parfaitement r.

Les vapeurs doivent conserver long-tems le feu qui les a produites.

684. J'ai dit secondement, *qu'il y a tou-urs assez de feu répandu dans les corps ter-stres, pour produire l'évaporation, même au us fort de l'Hyver*. Pour le prouver, je con-idérerai d'abord la nature du *feu* dans ses fets connus. L'expérience nous apprend que *feu* est dans une agitation continuelle, qu'il eurte contre les corps solides & fluides, u'il tend à les diviser, & qu'il les divise fectivement; mais qu'il agit plus ou moins r les corps, suivant leur nature : par exem-le, il fait exhaler le plomb dans les four-eaux, tandis que les scories de ce même plomb, uoique moins pesantes, lui résistent.

IIe. proposition. *Il y a toujours assez de feu, même au fort de l'hiver, pour produire l'évaporation.*

La matière du feu est dans une très-grande agitation.

L'eau est un des corps que le *feu* divise plus facilement. Ainsi, quelle que soit la antité de *feu* que contient l'*eau*, il doit en

Elle divise l'eau fort aisément.

détacher des particules, & les entraîner avec lui. L'*eau* peut donc s'évaporer en toute saison, & la difficulté ne consiste que dans la quantité de l'évaporation.

On objecte la diminution de chaleur en hiver.

685. On croit assez communément que la différence de chaleur de l'Été à l'Hyver est très-grande ; & que, si l'évaporation résulte du mélange du *feu* avec l'*eau*, elle doit être beaucoup moindre en Hyver qu'en Été.

Réponse.

686. Je réponds d'abord qu'il y a en effet une différence sensible d'*évaporation* entre l'Été & l'Hyver dans les petites masses d'eau ; & que, par conséquent, il y a certainement quelque rapport entre la diminution de la *cha-*

Illusion de nos sens à cet égard.

leur & celle de l'*évaporation*. Cela étant, rien n'empêche d'admettre que ces deux diminutions sont proportionnelles. Car pouvons-nous connoître les quantités absolues de la *chaleur*? Si nous éprouvons des sensations très-différentes en Été & en Hyver, nous le devons à la nature de nos organes. Examinons seulement ce qui se passe sous nos yeux ; ne voyons-nous pas un grand nombre d'animaux qui éprouvent à la campagne, sans en paroître incommodés, les mêmes différences de température que nous supportons avec tant de peine, tandis que d'autres animaux cherchent, beaucoup plus que nous, l'ombre en Été & la chaleur en Hyver ? Or je suis persuadé que ces diverses espèces d'animaux trouvent une même différence entre les températures qu'ils peuvent supporter, quoique la distance entre les deux extrêmes soit réellement inégale. La même différence se voit

homme à homme, en comparant les Ha-
tans des Pays septentrionaux avec ceux
:s Pays méridionaux, les Habitans de la
ampagne avec ceux des Villes, & même
s hommes d'une constitution robuste avec
:ux dont le tempérament est délicat.

687. Nous avons, il est vrai, d'autres me-
res de la *chaleur*, savoir : des fluides qui
dilatent, se condensent & se congélent;
:s corps dont le volume augmente ou di-
inue sensiblement, suivant la quantité de
aleur dont ils sont pénétrés. Mais nous
e voyons en tout cela aucune limite, & nos
ongélations forcées par les sels, aidées de
plus grande diminution naturelle de la *cha-*
ur, nous prouvent elles-mêmes que nous
ommes fort éloignés de connoître le point
ù elle cesse totalement.

Nous avons d'autres mesures de la chaleur.

Mais elles n'ont rien d'absolu.

688 On peut donc admettre avec la plus
rande vraisemblance, que la distance entre
a *chaleur* de l'Été & celle de l'Hyver est
rès-petite, comparativement à la distance
otale de la *chaleur* de l'Été au *froid* absolu;
t que, par conséquent, la différence d'*éva-*
oration est proportionnelle à la différence de
haleur entre l'Été & l'Hyver.

La différence de chaleur de l'été à l'hiver peut être petite relativement au froid absolu.

689. Au reste il n'est pas nécessaire à mon
ystême que la *chaleur* & l'*évaporation* soient
proportionnelles. Il s'agit seulement de savoir
i, en admettant que l'*évaporation* est produite
par la *chaleur*, nous trouverons assez de *va-*
peurs en Hyver. Or, il reste toujours assez
d'eau fluide sur la surface de la Terre, pour
produire les *vapeurs* nécessaires; la Mer, les

D'ailleurs il reste toujours une grande quantité d'eau fluide.

Lacs, les Rivières, les Fontaines, sont des sources suffisantes. Et comme ces masses d'*eau* participent plus ou moins à la température générale & constante du globe terrestre, nous n'y trouverons plus une grande différence de chaleur de l'Été à l'Hyver.

Et la chaleur des grandes masses d'eau augmente en hiver, relativement à la température de l'Atmosphère.

690. Je vais plus loin, & je crois qu'il peut arriver dans certaines circonstances qu'il y ait plus d'évaporation en Hyver qu'en Été. Je ne parle pas d'une petite quantité de liqueur exposée à l'air dans un vâse, ni de toute autre masse d'eau, que l'air peut réduire à sa température ; c'est pour ce cas-là que j'ai dit ci-dessus, qu'il y a moins d'évaporation en Hyver qu'en Été, & cela est certain. Mais le contraire arrivera, si la liqueur est à une température constante. On sait que les liqueurs échauffées s'évaporent d'autant plus promptement, que l'air environnant est moins chaud. Les distillations se font avec beaucoup plus de succès en Hyver qu'en Été ; & si la température de l'air est trop chaude, on se sert de l'eau *fraiche* & même de la glace pour accélérer la distillation. Les eaux thermales s'évaporent beaucoup plus en Hyver qu'en Été, soit parce que leur température est à-peu-près constante, & que le *feu* dont elles sont pénétrées s'échappe plus abondamment quand l'air est moins chaud ; soit parce que les *vapeurs* qui s'en détachent s'élèvent d'autant plus aisément que la différence de leur pesanteur spécifique à celle de l'air augmente, quand celui-ci est moins dilaté par la *chaleur*.

Considérons maintenant les principales

ſources des *vapeurs* ; ſavoir la Mer, les Rivières & les Lacs. Je ſais que la température extérieure les affecte, & que leurs eaux ſont moins chaudes en Hyver qu'en Été, dans le ſens abſolu. Mais comme elles participent auſſi à la température de la Terre, il eſt certain que leur dégré de *chaleur* augmente relativement à l'air extérieur ; en ſorte que l'effet de cette augmentation relative peut ſe compenſer avec celui de la diminution abſolue, & même le ſurpaſſer dans certains cas. Nous aurons donc des *vapeurs* en toute ſaiſon, parce qu'il y aura toujours aſſez de *chaleur* pour les produire.

691. La troiſième propoſition que je dois démontrer, c'eſt que *nous trouvons dans les vapeurs elles-mêmes des preuves que le feu eſt leur véhicule.* Je pourrois alléguer un grand nombre de Phénomènes en faveur de cette propoſition ; mais je me bornerai aux ſuivans.

IIIme. Propoſition. *Les vapeurs indiquent elles-mêmes que le feu eſt leur véhicule.*

692. Si l'on expoſe dans l'air un vâſe plein d'une liqueur dont le dégré de *chaleur* ſoit beaucoup moindre que celui de l'air environnant, l'extérieur du vâſe ſe couvre d'eau qui s'écoule en quantité plus ou moins grande, ſuivant la quantité des *vapeurs* qui ſont répandues dans l'air, & la différence de *chaleur* entre ces *vapeurs* & la liqueur du vâſe. On voit manifeſtement dans ce Phénomène, que les *vapeurs* ſe condenſent, parce que le *feu* qui les dilatoit s'inſinue dans le vâſe & dans la liqueur qu'il contient. Cette condenſation ne ſe fait pas quand la différence de *chaleur* entre la liqueur & l'*air* n'eſt pas aſſez grande, parce que, dans ce cas, la liqueur

Condenſation des vapeurs ſur les vâſes pleins de liqueur fraîche.

tain qu'elles contenoient plus de *feu* que l'air dont elles étoient environnées.

Augmentation de chaleur produite par les brouillards.

695. Je puis ajouter à ce Phénomène particulier un Phénomène général de même espèce, qu'on observe dans tous les lieux qui sont sujets aux *brouillards* par le voisinage d'un *Lac* ou de quelque Rivière considérable. Sur la fin de l'Automne & au commencement de l'Hyver, si l'*air* est calme pendant quelque tems, sa chaleur diminue par la diminution de hauteur & de séjour du soleil sur l'horison. L'*air* qui dans cette saison est assez pur, ne reçoit qu'une petite quantité de la chaleur dont la terre & l'eau sont encore pénétrées; s'il reste serein pendant quelque tems, la *chaleur* continue à diminuer au-delà du terme de la congélation. Mais quand la différence de chaleur de l'eau à l'*air* est parvenue à ce point, elle produit un effet qui rapproche bientôt ses températures. Le *feu* sortant de l'eau avec rapidité, en détache des *vapeurs* épaisses, c'est-à-dire, des *brouillards*, qui se mêlant à l'air, le rechauffent assez pour faire cesser la gelée (*a*).

Formation du givre.

696. Si le dégré de *chaleur* de l'air avant la formation des *brouillards*, a été assez longtems au-dessous de la congélation, pour que les corps solides aient perdu beaucoup de leur *chaleur;* ou si les *brouillards* ne sont pas assez *chauds* pour faire cesser la gelée, ils forment alors le *givre*, qu'on remarque particulièrement sur les arbres & sur les plantes à la cam-

---

(*a*) Voyez la note du §724.

pagne. Les *brouillards* ſe condenſent & ſe congèlent ſucceſſivement ſur ces corps, & par cette ſucceſſion ils produiſent une ſorte de filagramme très-agréable à la vue, ſoit dans les maſſes, ſoit dans les détails. Cependant, malgré ces *frimats*, qui ſemblent annoncer que l'air eſt très-*froid*, il ne l'eſt jamais autant, toutes choſes d'ailleurs égales, quand il eſt mêlé de *brouillards*, que lorſqu'il eſt ſerein.

Erreur de nos ſens ſur la température de l'air humide.

697. Il eſt vrai que, ſi nous ne pouvions juger du dégré de chaleur de l'*air*, que par l'impreſſion qu'il fait ſur nous, nous porterions ſouvent un jugement contraire. Mais c'eſt-là une ſorte d'erreur de nos ſens, ou du moins une interprétation erronnée d'une ſenſation réelle, qui devient une nouvelle preuve de ma première propoſition, c'eſt-à-dire, de la grande affinité du *feu* avec l'*eau*. L'air peut ſe trouver au même dégré de *chaleur* en deux lieux différemment *humides*. Si l'on y tranſporte des Thermomètres tirés d'un lieu plus *chaud*, celui qui ſera placé dans l'endroit le plus *humide*, baiſſera plus promptement que l'autre; mais ils s'arrêteront tous deux au même point, & par conſéquent ils marqueront une *chaleur* égale. Mais nous ne porterions pas le même jugement, & nous trouverions ſûrement le lieu le plus *humide* moins *chaud* que l'autre, parce que nous avons une cauſe interne de chaleur qui fournit continuellement à la déperdition extérieure; & que plus cette cauſe, quelle qu'elle ſoit, eſt obligée d'agir, plus nous éprouvons le ſentiment du *froid*. C'eſt ce qui arrive dans l'air *humide*, à cauſe de

L'air humide nous fait diſſiper une plus grande quantité de *chaleur naturelle* que l'air ſec.

là quantité de *chaleur* qu'il abſorbe. Cette ſenſation eſt auſſi plus ou moins excitée, ſuivant l'efficace des organes qui produiſent la chaleur naturelle ; &, par conſéquent, tous les hommes n'éprouvent pas la même ſenſation à cet égard, quoique dans les mêmes circonſtances.

Conſtance de la température pendant les brouillards.

698. Un autre effet que les *brouillards* produiſent dans la température de l'air, c'eſt qu'elle change moins par la différence du jour à la nuit, parce que les *brouillards* qui contribuent le plus alors à déterminer cette température, ont toujours à peu-près le même dégré de *chaleur*

Les effets qu'ils produiſent dans la partie inférieure de l'Atmoſphère qu'ils occupent, ne s'étendent pas à une plus grande hauteur.

699. Enfin les changemens qui arrivent dans le dégré de *chaleur* de la couche d'air occupée par les *brouillards*, n'ont point lieu ſur les montagnes. L'air y reſte ſerein & *froid*, ſurtout pendant la nuit. Car durant le jour, le ſoleil qui ranime toujours la nature, produit alors ſur le penchant des côteaux tournés au midi, la température du Printems.

Par tout ce que je viens de dire ſur ce ſujet, il me paroît démontré ; que *les vapeurs nous indiquent elles-mêmes leur véhicule, qui eſt le feu.*

4me. Propoſition. *Les vapeurs viſibles ſont plus légères que l'air.*

700. Si *les vapeurs viſibles ſont plus légères que l'air*, on doit en conclurre par analogie, que les *vapeurs inviſibles* le ſont auſſi. J'établirai cétte analogie, après que j'aurai démontré que les *vapeurs viſibles* ſont en effet plus *légères* que l'*air*. C'eſt d'abord ce que l'aſcenſion du nuage qui réchauffa mon Thermomètre ſur la montagne (694), prouve clairement, ſans que je m'arrête à le montrer : je

passe donc à des nuages d'une autre espèce.

701. J'ai vu très-souvent du sommet des montages, au lever du soleil, en jettant les yeux sur la plaine, qu'il sortoit des *vapeurs visibles* des Lacs, des Fleuves & des Marais, & que ces *vapeurs* s'élevoient peu-à-peu; quelquefois verticalement; d'autres fois, & le plus souvent, en suivant des lignes différemment inclinées, selon la direction des courants de l'air. Ce Phenomène prouve d'abord que l'air ne dissout pas l'eau, à la façon des menstrues; car si cela étoit, ces *vapeurs* ne sortiroient pas de l'eau, au moment où l'air est le moins échauffé; c'est-à-dire, losqu'il doit avoir une moindre vertu dissolvante. Et en supposant même que les *vapeurs* peuvent s'élever par cette cause, l'air devroit les dissoudre entièrement, puisqu'il les environne de toutes parts, & qu'elles lui présentent une infinité de surfaces. Or, ces vapeurs sortent de l'eau & s'élèvent dans l'air, sans perdre de leur volume. Ainsi la dissolution proprement dite, n'est point la cause de l'ascension des *vapeurs*; & ce même Phénomène commence ma preuve de leur *légèreté* relative : en voici une autre qui la fortifiera.

L'air ne dissout pas l'eau à la façon des menstrues.

702. Le Phénomène, dont je veux parler, se présente tous les jours à nos yeux de mille manières : j'en choisirai un seul exemple. On renferme pour l'ordinaire les eaux thermales sous une voûte ou dans quelqu'autre espèce de bâtiment. La *vapeur* qui sort de ces sources, s'élève d'abord verticalement, & s'appuie contre la voûte.: celle qui succéde pousse horizon-

Inflexion des vapeurs quand elles trouvent des obstacles à leur ascension.

talement celle qui la précéde, jusqu'à ce que celle-ci trouve quelque issue : dès qu'elle est libre, elle s'élève comme auparavant. Je ne vois point de différence entre ce Phénomène & celui que nous montreroit une colonne d'huile, qui s'élevant du fond de l'eau, trouveroit un obstacle sur sa route.

Les brouillards ne s'élèvent pas ordinairement au-delà de 300 toises, parce qu'ils sont trop pesans.

703. Quand l'air est chaud, il s'élève bien rarement des *vapeurs visibles* naturelles; & celles qui sont produites par des causes particulières, comme par l'ébullition de l'eau, ou par les sources chaudes, ne sont pas abondantes, parce que les *vapeurs invisibles* qui s'élèvent de ces mêmes eaux, le sont davantage, & les premières cessent même bientôt d'être visibles, en se raréfiant toujours plus, à mesure qu'elles montent dans l'air. Cette seconde évaporation des *vapeurs visibles*, qui a lieu quand l'air est chaud, ne se fait point dans les *brouillards*, tant que l'air n'est pas réchauffé par quelque cause nouvelle; & même jusqu'alors les *brouillards* s'élèvent peu. Tantôt ils reposent sur la plaine; & s'ils sont abondans, ils y forment une couche de 50 à 60 toises d'épaisseur; en d'autres circonstances ils s'élèvent & obscurcissent la plaine comme le feroient des nuages. Mais cette couche ne s'élève guères plus de 300 *toises*; & l'air reste serein au-dessus. Or, la raison pour laquelle cette espèce de *vapeur* ne s'élève pas fort haut, est bien évidente : c'est que la grande différence de *chaleur* entre l'air & l'eau d'où elles s'élèvent, fait que le *feu* sortant de l'eau avec plus de rapidité, il en détache des molécules trop grosses, pour former

avec lui un tout beaucoup plus *léger* que l'air inférieur.

704. Si l'air se réchauffe par la seule action du soleil, les *brouillards* se dissipent: & l'air reste serein. Mais si ce changement de température vient d'un vent de *Sud* ou de *Sud-Ouest*, les *brouillards* s'élèvent & forment des *nuages*. Cette ascension est ordinairement un signe de pluie, & le Baromètre baisse en même tems (*a*).

Ils se dissipent quand l'air se réchauffe sans cesser d'être *sec*. Ils s'élèvent & forment des nuages quand l'air devient en même tems *chaud & humide*.

705. Je n'ajouterai plus qu'un seul exemple à ceux que je viens de citer; je le tiens de mon frère qui l'a observé aux volcans d'Italie. Quand l'air est calme, ou que son agitation n'est pas grande, les *exhalaisons* qui sortent du *Vésuve*, de *Vulcano* & de *Stromboli*, s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur, & s'étendent ensuite horisontalement du côté où le courant de l'air les détermine. Cette couche horisontale sert de Baromètre aux habitans du Pays; elle s'élève ou s'abbaisse (toutes choses d'ailleurs égales) comme le mercure monte ou descend dans le Batomètre. C'est là une preuve bien évidente que ces *exhalaisons* ne s'élèvent que par la différence de leur pesanteur spécifique, avec celle de l'air; puisque, si la densité de l'air diminue, la couche d'*exhalaisons* s'abbaisse; & réciproquement.

706. On dira peut-être que les *exhalaisons* des volcans sont poussées dans l'air par la même force qui lance quelquefois des pierres embrâ-

Objection tirée de l'impulsion que peuvent recevoir ces exhalaisons.

(*a*) Voyez la note du § 724.

ſées ; & que ces *exhalaiſons* étant parvenues à une certaine hauteur par cette impulſion, s'y ſoutiennent par la réſiſtance qu'elles éprouvent à traverſer l'air pour redeſcendre. Mais ce qui arrive à l'*Ætna*, & que mon frère a obſervé très-diſtinctement, prévient cette difficulté. Ce volcan eſt d'une hauteur telle que, malgré la chaleur du climat où il eſt ſitué, ſon ſommet demeure très-ſouvent couvert de neige pendant tout l'été. Par cette grande élévation, la bouche du volcan atteint une région où l'air n'eſt pas aſſez denſe pour ſoutenir les *exhalaiſons* qui en ſortent : & tandis qu'à *Vulcano*, au *Véſuve* & à *Stromboli*, elles s'élèvent en ſortant de leur ſommet, à l'Ætna au contraire elles s'abbaiſſent, & redeſcendent le long de la montagne, juſqu'à ce qu'étant parvenues dans une couche d'air à-peu-près de même peſanteur ſpécifique qu'elles, elles s'étendent horiſontalement. Le point où ces *exhalaiſons* ceſſent de deſcendre, varie, comme celui où les *exhalaiſons* de *Vulcano*, de *Stromboli* & du *Véſuve* ceſſent de monter ; ils dépendent l'un & l'autre du plus ou moins de denſité de l'air.

Réponſe. Les exhalaiſons de l'Ætna, volcan très-élevé, s'abbaiſſent plus ou moins ſuivant le degré de denſité de l'air.

Analogie des vapeurs viſibles & inviſibles quant à la *légèreté*.

707. Dans les Phénomènes que je viens de raſſembler, on a vu des *vapeurs* & des *exhalaiſons* qui s'élèvent dans l'air, parce qu'elles pèſent moins que ce fluide. Il ne s'agit donc plus que de prouver leur analogie, à cet égard, avec les *vapeurs inviſibles*. Et cela même n'eſt plus néceſſaire, puiſqu'il eſt démontré que l'eau des *vapeurs*, le ſoufre & les ſels des *exhalaiſons*, étant réunis au *feu*, deviennent

moins pesans que l'*air*. On a vu, outre cela, par tout ce que j'ai dit précédemment, que le *feu* est l'agent principal dans l'évaporation ; il n'y a donc entre les deux cas aucune différence que du plus au moins. Or il est aisé de concevoir que, si la chaleur du fluide qui s'évapore est beaucoup plus grande que celle de l'*air*, elle produira une *évaporation visible* ; parce que le *feu* sortant plus rapidement, enlevera des molécules plus grosses : leur grosseur & la quantité de *feu* dont elles seront pénétrées, faciliteront leur ascension ; elles monteront donc avec rapidité dans l'air, sans se mêler avec lui. Mais si la différence de *chaleur* entre l'eau & l'air se trouve moindre ; si elle devient même contraire, comme il arrive en Été dans les grandes masses d'eau, le fluide igné agira alors par sa seule agitation, & non comme un *courant* : les particules qu'il détachera de l'eau seront plus petites ; elles se mêleront plus intimément à l'air, & n'altèreront pas sa transparence.

Cause de leur différence quant à la visibilité.

708. On objectera peut-être contre l'ascension des *vapeurs* par leur moindre pesanteur spécifique relativement à l'air, l'évaporation des liqueurs dans le *vuide*. Mais c'est-là un phénomène d'une autre espèce. Le *feu* s'élance très-aisément dans le *vuide* ; on voit le *fluide électrique* s'y porter avec abondance ; il remplit les vases dont on a pompé l'air, dès qu'on les présente au *conducteur* de la machine. L'air est très-raréfié dans de grands fourneaux tels que ceux des Verreries ; cependant on sait avec quelle violence la matière du feu agit sur tout ce qu'on

Remarques sur l'évaporation dans le *vuide*.

introduit dans ces fourneaux. Bien loin donc que le *fluide igné* ait besoin de l'air pour sortir des corps qui le renferment, il s'échappe au contraire avec plus d'impétuosité, quand on le délivre de cet obstacle : & si ces corps sont de nature à être facilement divisés, il en détache des particules qu'il entraîne avec lui. Mais il est très-probable, & M. *Homberg* l'a déjà remarqué, (Mémoire de l'Académie, année 1693), que le *feu* laisseroit échapper les particules d'eau qu'il a séparées de la masse dont il est sorti, si les récipiens vuides d'air avoient assez de hauteur, comme il abandonne les particules visibles de cuivre & de plomb qu'il détache par ses élancemens, lorsque ces métaux sont dans une forte fusion.

J'aurois pu porter toutes ces propositions à un plus grand dégré d'évidence, si j'étois entré dans de plus grands détails. Je crois cependant en avoir dit assez, pour qu'il me soit permis de poser comme un principe certain, que les *vapeurs s'élèvent dans l'air, parce qu'elles sont spécifiquement moins pesantes que ce fluide.* Je vais maintenant examiner l'effet qu'elles doivent opérer dans l'Atmosphère.

Cause principale des variations du Baromètre.

La résistance qu'oppose l'air à la séparation de ses parties, fait obstacle à l'ascension des vapeurs.

709. Il se fait une continuelle *évaporation* de l'eau de la mer, & les *vapeurs* qui en sortent s'élèvent dans l'air par leur *légèreté* : mais en même tems leurs particules sont si petites, qu'elles sont arrêtées dans leur ascension, quand la différence entre leur pesanteur spécifique &

le l'air n'eſt plus aſſez grande pour ſur-
:r la réſiſtance qu'oppoſe ce fluide à la ſé-
on de ſes parties ; ou , ce qui revient au
:, elles ſont retenues par le frottement
es éprouvent dans l'air. Je pourrois peut-
ne diſpenſer de m'arrêter ſur ce point
:ſt difficile de ne pas admetre; cependant,
ıe il eſt fondamental dans mon hypothèſe,
is devoir prévenir les objections en don-
ın exemple de la difficulté qu'éprouvent
ıides mêlés enſemble, à ſe ranger dans
e qu'exigeroit leur peſanteur ſpécifique.
o. Lorſqu'on remplit un Baromètre, il
: le plus ſouvent qu'un grand nombre de
:s bulles d'air reſtent engagées dans le mer-
, & ſur-tout entre le mercure & le verre.
: conſidère ici que les bulles viſibles par
groſſeur : néanmoins la quantité d'air qui
du mercure quand on le fait bouillir, &
mentation de ſa peſanteur ſpécifique après
opération, deviendront une nouvelle
ve. Ces bulles d'air qui ſortent du mer-
ſont bien moins peſantes que lui. Cepen-
comme leur ſurface eſt très-grande relati-
ent à leur volume, le frottement qu'elles
uvent contre le mercure empêche qu'elles
uiſſent s'en dégager : quelquefois même les
uſſes qu'on donne au tube, ne font qu'aug-
ter la réſiſtance, en les diviſant de plus en
. Mais ſi ces bulles ſont en grand nombre,
eu diſtantes les unes des autres, les ſecouſſes
luiſent un effet contraire : les bulles voiſines
:uniſſent; &, leur ſurface totale diminuant
ce moyen, elles ſe dégagent avec plus de

Exemple tiré de l'aſcenſion de l'air dans le mercure.

facilité. On les voit alors s'élever à chaque secousse ; les plus grosses font le plus de chemin, elles atteignent les plus petites, & les absorbent ; & lorsqu'elles se sont accrûes suffisamment par leur réunion avec celles qu'elles ont rencontrées dans le chemin, elles s'élèvent & s'échappent d'elles mêmes sans qu'on agite le mercure. Les particules invisibles d'air mêlées avec le mercure dont on remplit le Baromètre, acquièrent la même force quand on le fait bouillir. Lorsqu'elles sont dilatées par l'action du feu, leur surface diminue relativement à leur volume qui augmente ; elles s'unissent les unes aux autres, & deviennent visibles. En cet état elles montent dans le mercure : mais elles s'arrêtent bientôt, quand elles sont hors de l'action du feu, & qu'elles se condensent en communiquant au mercure une partie de leur chaleur : enfin elles ne se dégagent totalement que par le concours de celles qui s'élèvent continuellement par l'action du feu.

L'air mêlé de vapeurs est plus léger que l'air pur.

711. Les *vapeurs* qui montent dans l'Atmosphère, éprouvant de la résistance, y sont donc aussi arrêtées plutôt que ne l'exigeroit leur pesanteur spécifique considérée seule. Par conséquent l'air renferme alors un *fluide* spécifiquement moins pesant que lui. Il suit de-là qu'une colonne d'air qui renferme des *vapeurs*, doit moins peser que les autres colonnes, & que par-tout où les vents portent une grande quantité d'air *mêlé de vapeurs*, le Baromètre doit baisser.

Il doit donc moins peser sur le Barometre.

Newton avoit déja pensé que

712. J'ai lieu de croire que *Newton* avoit eu la même idée ; on trouve du moins dans

son *Traité d'Optique* un passage où ce grand Physicien pose en fait ce que je viens d'expliquer. C'est à l'occasion de son hypothèse sur la production d'un nouvel air dans la dissolution des corps; il pensoit que les particules des corps solides, qui, dans le contact, étoient le plus fortement adhérentes, étant une fois séparées par la fermentation ou par une grande chaleur, se repoussoient & s'éloignoient avec le plus de force, & devenoient plus difficiles à rapprocher; ce qui produisoit, selon lui, un *véritable air permanent.* « Et parce » que, dit-il, les particules de l'air permanent sont plus grosses que celles des vapeurs, & proviennent de substances plus denses que celles qui produisent les vapeurs, *le véritable air est par cela même plus pesant que les vapeurs, & une Atmosphère humide est plus légère qu'une Atmosphère sèche, à quantités égales* » (*a*). Je n'examine pas l'hypothèse; j'ai voulu seulement montrer par ce passage (qui n'est accompagné d'aucune autre explication) que *Newton* alléguoit comme un fait dont il ne pensoit pas qu'on pût douter, que *l'air mêlé de vapeurs pese moins que l'air pur.*

L'air mêlé de vapeurs pesoit moins que l'air pur. Son hypothèse sur la production d'un nouvel air par la dissolution des corps solides.

Différence de cet air avec les vapeurs; il pèse plus.

C'est-là le principe d'où découleront très-naturellement les explications des divers Phénomènes du Baromètre. Mais il faut lever au-

(*a*) *Traité d'Optique*, Tom. I, liv. 3, Question 31me. : Traduction de Coste, Amst. 1720, Tom. I. pag. 567.

paravant une difficulté, qui jusqu'ici a paru très-embarrassante.

Contradiction apparente entre l'augmentation de masse que produisent les vapeurs dans l'Atmosphère, & les variations du Baromètre.

713. Les *vapeurs* qui montent dans l'Atmosphère, sont une nouvelle matière ajoutée à sa masse, qui, par conséquent, doit augmenter son *poids*. C'est ce qui a été l'écueil de plusieurs des Physiciens qui ont cherché à expliquer les variations du Baromètre. Cette addition de matière étant une cause très-réelle de changement dans le *poids* de l'Atmosphère, ils ont essayé d'expliquer, par ce moyen, pourquoi le mercure monte & descend dans le Baromètre, malgré l'observation qui nous montre que, pour l'ordinaire, quand le mercure descend, & nous indique par-là que l'air pèse moins, c'est alors que l'Atmosphère contient le plus de *vapeurs*, puisque la pluie est prochaine.

Cette contradiction s'explique par le peu d'augmentation qu'éprouve réellement la masse de l'Atmosphère par les vapeurs.

Cette contradiction apparente entre une cause certaine & des Phénomènes incontestables qui lui sont opposés, s'explique fort aisément par le peu d'effet que cette cause produit réellement, c'est-à-dire, par la petite quantité dont la masse totale de l'Atmosphère est augmentée, quand elle a reçu les *vapeurs* qui doivent former la pluie.

La quantité d'eau que donne la pluie nous montre celle dont la masse de l'Atmosphère avoit été augmentée par les vapeurs.

Après une pluie assez forte, qui a duré tout un jour, nous n'avons guères au-delà d'un *pouce* d'eau; ce qui fait à-peu-près l'équivalent d'une *ligne* de mercure. Par conséquent, c'étoit-là toute l'addition de poids qu'avoient reçu les colonnes d'air qui renfermoient la matière de la pluie. Le mercure auroit sûrement indiqué cette addition, en

montant

montant d'une *ligne* dans le Baromètre ; si elle avoit été universelle, & que par conséquent l'équilibre se fût maintenu entre les colonnes de l'Atmosphère. Mais il pleut dans un lieu, tandis qu'il s'élève des *vapeurs* dans l'autre ; ainsi la quantité de matière ne doit pas changer sensiblement dans l'Atmosphère.

L'augmentation occasionnée par l'addition des vapeurs dans un lieu, se compense avec la soustraction de la pluie dans un autre.

Ce n'est donc pas à des changemens dans la quantité de matière, que sont dûes les variations d'un & même de deux *pouces* dans le Baromètre, & par conséquent ce n'est pas à cette cause que les Phénomènes doivent être comparés. Voilà qui détruit la contradiction apparente.

C'est dans le changement de volume de l'Atmosphère par les vapeurs ; qu'il faut chercher la cause des variations du Baromètre.

714. Des changemens particuliers dans le volume de l'air auront plus de liaison avec l'expérience, par la nature & l'intensité de leurs effets. Cette petite quantité d'eau, réduite en *vapeur*, qui augmente peu la masse de l'Atmosphère, augmente beaucoup le volume des colonnes où elle monte. Ces colonnes se versent sans cesse sur leurs voisines ; &, comme la matière qui leur reste est spécifiquement moins pesante que l'air pur, elles pèsent moins que celles qui sont composées de cet air, dont le poids augmente encore par l'addition de la matière qui leur vient des colonnes que les *vapeurs* pénètrent.

Différence de pes. spéc. & de poids absolu dans les colonnes, par cette cause.

Lorsque les vents charrient cet air mêlé de *vapeurs*, ou que celles qui s'élèvent des eaux & de la terre des continens, ont diminué la pesanteur spécifique de certaines colonnes d'air, au point que l'abbaissement du mercure y annonce la pluie, on apperçoit bientôt que

Abondance des vapeurs dans les colonnes sous lesquelles le Baromètre baisse.

les *vapeurs* en occupent une grande étendue. Car on les voit se condenser & former des nuages à une grande hauteur, en même tems que les Hygromètres font connoître que la partie inférieure de ces colonnes en est aussi impregnée. Et dans les grands abbaissemens du mercure, la lumière du soleil est presque toujours interceptée par la seule opacité de l'air, sans qu'on s'apperçoive des nuages (*a*).

Les vapeurs étant dans les parties les plus denses des colonnes, influent sensiblement sur leur poids.

Les *vapeurs*, passant toujours de bas en-haut & se succédant sans intervalle depuis leur source, agissent ainsi sur la partie de l'Atmosphère qui pèse le plus, & dont par conséquent le changement de pesanteur spécifique doit le plus influer sur la hauteur du Baromètre.

Elles peuvent s'élever fort haut.

Il est difficile de déterminer jusqu'à quelle hauteur les *vapeurs* pénètrent l'Atmosphère; mais on ne peut douter qu'elles ne s'élèvent prodigieusement, & d'autant plus que la chaleur est plus grande.

La grêle peut être formée par des vapeurs qui s'élèvent dans une région très-froide.

La formation de la *grêle* en Été pourroit devenir une preuve de la prodigieuse hauteur où les *vapeurs* s'élèvent, si l'on admettoit (ce qui me paroît probable) qu'elle est dûe à la chûte des *vapeurs*, qui, par la prodigieuse élévation où elles parviennent, perdent assez de chaleur pour se geler & faire geler autour d'elles les *vapeurs* qu'elles rencontrent dans leur chûte. Le noyau neigeux que chaque grain de *grêle* renferme, paroît un indice de

(*a*) Voyez la note du § 724.

cette formation; car l'eau qui se gêle dans l'état de *vapeur* produit la neige, & il est aisé de concevoir qu'un flocon de neige peut être tellement privé de chaleur, qu'il absorbe celle d'une quantité d'eau égale à un grain de grêle, au point de la faire geler.

Mais sans avoir recours à cette formation de la *grêle* pour prouver que les *vapeurs* s'élèvent fort haut, il suffit de considérer que les plus hauts Pics des *Cordilières* sont couverts de neige, & que les nuages les surmontent de beaucoup; or, un de ces Pics, nommé *Chimbo-raço*, est élevé de 3200 toises (*a*); & si l'on pouvoit y porter le Baromètre, le mercure baisseroit au moins des $\frac{4}{7}$ de sa hauteur au bord de la mer; car il ne s'y tiendroit plus qu'à 12 *pouces*. La neige couvre les plus hauts Pics des Cordilières

Je conclus donc que les *vapeurs* pénètrent l'Atmosphère en assez grande quantité, & dans une étendue suffisante, pour qu'en diminuant sa pesanteur spécifique par leur mélange, elles produisent les abbaissemens ordinaires du Baromètre. Quant aux abbaissemens extraordinaires, j'aurai occasion d'en parler dans la suite.

715. Si les *vapeurs* répandues dans l'At- Les vapeurs

(*a*) M. de la Condamine dans sa *mesure des trois premiers dégrés du Méridien, &c.* donne *la hauteur des montagnes les plus remarquables de la Province de Quito, dont les sommets sont couverts de neige.* La plus haute de ces montagnes est *Chimbo-raço*, qui est un Volcan, de même que la plupart des plus hauts Pics de la double chaîne qui borde cette Province.

qui ne sont pas fort échauffées affoibliſſent le reſſort de l'air.

moſphère ne ſont pas dilatées par une grande chaleur, elles affoibliſſent le reſſort de l'air. C'eſt ce que M. *Bouguer* reconnut à *Popayan*, Ville ſituée dans l'intérieur de la *Cordilière*, à une moindre élévation que *Quito*. *La denſité de l'air*, dit ce célèbre Académicien, *n'y conſervoit plus le même rapport avec la hauteur du mercure; elle étoit trop grande à proportion. Je trouvai*, ajoûte-t-il, *dans les circonſtances locales une explication naturelle de ce que j'obſervois; le pays qui eſt en partie couvert de bois, n'a preſque pour ſol que de l'argile pénétrée d'eau: il n'eſt donc pas ſurprenant que l'air qui s'en élevoit par la chaleur, ſe trouvât moins élaſtique que dans les Poſtes plus découverts, plus hauts & moins humides.* (Mém. de l'Ac. année 1753).

Mais moins qu'elles ne diminuent la peſanteur ſpécifique.

La denſité d'une colonne d'air mêlé de *vapeurs*, augmente donc davantage de haut en-bas, que celle d'une colonne d'air pur, quoique le poids total de la première colonne diminue, parce que, dans une certaine température, les *vapeurs* diminuent plus la peſanteur ſpécifique de l'air, qu'elles n'affoibliſſent ſon reſſort; en ſorte que, toutes choſes d'ailleurs égales, & en ſuppoſant que l'air eſt peu chaud, la *différence* de hauteur du mercure dans le Baromètre obſervé en deux poſtes différemment élevés, doit être plus grande quand l'air eſt impregné de *vapeurs*, que quand il ne l'eſt pas. C'eſt ce qu'indiquent les expériences dont j'ai fait mention dans le commencement de ce Chapitre, (666, 669).

716. Mais s'il fait fort chaud, les *vapeurs* doivent produire un effet contraire. On sait à quel point des *vapeurs* chaudes écartent & chassent l'air dans les *pompes à feu*, puisqu'on y fait le vuide par ce moyen. Si donc les *vapeurs* répandues dans l'air sont fort dilatées par la chaleur, elles acquièrent plus de force que l'air même, pour résister à la compression; ou du moins, sous le même volume, elles ont moins de densité que l'air, par le même poids comprimant. Une colonne d'air mêlée de *vapeurs* doit donc alors être moins dense, par le même poids comprimant, que si elle étoit d'air pur, & les abbaissemens du mercure, calculés d'après le principe, que les densités de l'air sont proportionnelles aux poids qui le compriment, doivent donner les *hauteurs* trop petites. C'est ce qui résulte aussi de mes expériences (669). Les vapeurs échauffées augmentent le ressort de l'air.

Mais lorsque j'ai fait ces expériences, je n'avois que l'observation même de la hauteur du mercure, plus ou moins grande dans le même lieu, pour connoître l'état de l'air quant aux *vapeurs*; & la hauteur du mercure ne peut indiquer à cet égard l'état de la portion de colonne qu'on mesure, qu'en tant que cette portion seroit, à ce même égard, dans l'état moyen de la colonne totale qui pèse sur le Baromètre. Or, par des causes que j'indiquerai dans la suite, les *vapeurs* ne sont pas toujours également répandues dans toute la hauteur d'une colonne, & la quantité des *vapeurs* peut changer en *plus* ou en *moins* dans la colonne totale, sans qu'il se Les variations qu'éprouve la portion de colonne mesurée, ne peuvent pas toujours être indiquées par le Baromètre.

faſſe un changement ſemblable dans la portion meſurée ; il peut même s'y faire des changemens oppoſés. L'indication du Baromètre ne ſuffit donc pas pour faire connoître l'état de la colonne d'air qu'on meſure, quant à la quantité de *vapeurs* qu'elle contient, & par conſéquent on ne doit pas trouver conſtamment un même rapport entre les variations du Baromètre & du Thermomètre, & celles de la denſité de cette portion de colonne. C'eſt ce qui réſulte encore de mes expériences.

Telles ſont les exceptions que les *vapeurs* doivent naturellement produire dans la meſure des *hauteurs* par le Baromètre ; & ce ſont ces exceptions mêmes, que j'ai cru remarquer, qui m'ont conduit à croire que le mercure s'abbaiſſe dans le Baromètre ſédentaire, quand les *vapeurs* ſe mêlent à l'*air*. Je reviens aux autres preuves que les Phénomènes nous fourniſſent de la liaiſon de ces deux choſes.

Nouvelles preuves de la préſence des vapeurs dans l'air, quand le Baromètre baiſſe.

717. Les Hygromètres dont j'ai parlé ci-devant, ne ſont pas les ſeules preuves que fournit l'obſervation, de la préſence des *vapeurs* dans l'air, quand le Baromètre baiſſe ; bien d'autres Phénomènes, auxquels on fait moins d'attention, concourent à la prouver.

Pellicule verte ſur les eaux croupiſſantes.

Les gens de campagne ont pluſieurs ſignes auxquels ils reconnoiſſent que la pluie eſt prochaine, & ces ſignes dépendent tous de l'*humidité* de l'air ; je ne parlerai que d'un ſeul, qu'ils m'ont fait remarquer plus d'une fois. C'eſt que les marres & d'autres eaux dormantes ſe couvrent alors d'une pellicule verte. Or cette pellicule eſt formée par un

amas de petites plantes aquatiques mucilagineuses, qui croîssent à la surface de l'eau, & qui ont besoin du contact de l'air, comme plusieurs autres plantes de cette espèce, mais vraisemblablement d'un air *humide*.

Ceux qui font attention aux divers manèges des animaux, en divers tems, trouvent dans leurs différences des indices de pluie; par la nature de leurs travaux, par les inquiétudes qu'ils témoignent, par la différence de leurs cris, & par les précautions qu'ils prennent pour se mettre à l'abri de la pluie, ou en état de la supporter sans danger. C'est une chose connue, & sur-tout chez les oiseaux.

Différence dans le manége des animaux.

Des oiseaux sur-tout.

Par-là ils indiquent que l'air agit sur eux d'une manière particulière, quand la pluie est prochaine. Ce ne peut pas être par la différence de sa pesanteur; car les oiseaux, passant fréquemment du haut des montagnes dans les plaines, éprouvent de bien plus grandes différences de pression. Ce n'est point non plus par la différence de la chaleur; car il pleut à toute température au-dessous de la congélation. Il faut donc que ce soit par une disposition particulière dans l'air même, que les animaux soient avertis; & rien n'est plus propre à produire cet effet sur leurs corps, qu'un air plus ou moins *humide*.

718. Nous aurions, sans doute, les mêmes avertissemens, ou le même instinct que les animaux, si, comme eux, nous étions restés dans l'état de nature. Mais quoique nous ayons beaucoup perdu de cette délicatesse du tact, que nos vêtemens empêchent l'action immé-

Nous ne jugeons pas aussi sûrement qu'eux & pourquoi

diate de l'air ſur nous, & que la multitude d'idées qui nous occupent, abſorbe preſque toujours les impreſſions délicates de la nature, nous ne laiſſons pas d'appercevoir encore quelques uns de ces avertiſſemens ; & en les étudiant, nous reconnoîtrons que les *vapeurs* en ſont la vraie cauſe.

En Hiver nous ſentons l'air plus chaud quand il doit pleuvoir.

719. On a obſervé, qu'en Hiver, lorſque le *froid* diminue ſubitement, c'eſt un préſage de pluie. Ce changement de température provient quelquefois d'un changement de vent ; ſouvent auſſi il ſe fait en des tems où l'air paroît calme ; & dans l'un & l'autre cas, ce ſont les *vapeurs* qui ſe répandent dans l'air, & qui communiquent aux corps inſenſibles & aux nôtres, le feu qu'elles contiennent.

Les vapeurs produiſent cet effet.

Elles le produiſent auſſi en Été.

720. Quelquefois auſſi nous ſentons en Été une augmentation ſubite de chaleur, qui préſage de même la pluie, quoiqu'elle ne paroiſſe pas produite par un changement de vent. Ce ſont encore des *vapeurs* répandues dans l'air, qui arrêtent & fixent dans les couches où elles ſe trouvent, la chaleur qui procède des rayons du ſoleil ; en ſorte que ces couches s'échauffent bien davantage, que ſi elles étoient compoſées d'air pur (678). Cette chaleur étouffante ne diminue point, lors même que les nuages ſont raſſemblés, & que le ſoleil ne paroît plus. Mais elle ceſſe bientôt, & une fraîcheur quelquefois incommode lui ſuccède, quand il tombe de ces nuages une pluie abondante, parce qu'elle abſorbe la plus grande partie du *feu* répandu dans l'air, & qu'elle le communique à la terre dans laquelle

Mais une fraîcheur incommode ſuccède pour l'ordinaire à cette augmentation de chaleur.

elle pénètre. Nos corps sont plus sensibles à cette diminution de chaleur que les Thermomètres ; parce qu'il se fait une très-grande dissipation de chaleur naturelle dans l'air *humide*, comme je l'ai dit ci-devant (697) (*a*).

721. Nous éprouvons souvent, aux approches de la pluie, une sensation incommode, provenant de ce que nos membres paroissent accablés d'un fardeau. Ceux qui ne s'occupent pas de réflexions physiques, ne sont point arrêtés dans l'explication de ce Phénomène; ils disent que l'air est devenu *pesant*. Mais il n'en est pas de même de ceux qui observent le Baromètre ; & qui voient que le poids de l'air a diminué. Ce Phénomène s'explique encore très-aisément par l'entremise des *vapeurs*. Elles relâchent les fibres de nos muscles, qui alors ne peuvent opérer les mêmes mouvemens sans se gonfler davantage (*b*); il se fait ainsi une plus grande dissipation d'esprits animaux ou de fluide nerveux, comme il ar-

Nous éprouvons quelquefois en Été une sorte d'accablement qui présage la pluie.

Il est produit par des vapeurs chaudes repandues dans l'air.

(*a*) Ce que je dis de la diminutions de chaleur de l'air occasionnée par la pluie, & de l'effet qu'elle produit sur notre corps, se prouve ajourd'hui 21[me]. Août 1764. Beaucoup de gens sont auprès du feu à la campagne, où je suis retenu par la pluie : le Thermomètre est à + 8, tandis qu'avant la pluie il étoit à + 22.

(*b*) J'emploie ici le terme de *gonfler* pour fixer les idées ; mais quelque systême qu'on embrasse sur l'action des muscles, il sera toujours vrai que l'allongement de leurs fibres produit une sensation de fatigue proprement dite. Le meilleur nâgeur seroit bientôt épuisé, s'il nâgeoit dans de l'eau tiède.

Douleurs nommées figurément *Baromètres*;

riveroit si nous étions obligés de faire mouvoir un plus grand poids; & la sensation est la même.

Enfin, il y a des gens qui ne sont que trop sensibles aux changemens d'état de l'air, qui produisent les variations du Baromètre; ce sont ceux qui, par leur constitution, ou par quelque cause antérieure, comme foulure, blessure, &c., sont sujets au retour de certaines douleurs, auxquelles on donne figurément le nom de *Baromètre*, parce qu'elles annoncent la pluie. Si la différence du poids de l'air entroit pour quelque chose dans cet effet, ces douleurs se feroient sentir quand on passe de la plaine sur les montagnes; si elles étoient occasionnées par la différence de chaleur, elles suivroint la marche du Thermomètre & ne prédiroient rien. Mais ces douleurs annoncent la pluie, à toute hauteur & dans toute saison. Il faut donc chercher leur cause dans des changemens d'une autre espèce, auxquels l'air doit être sujet. Une circonstance nous conduit à cette cause; c'est l'*humidité* locale qui réveille ces douleurs, comme l'approche de la pluie. Voilà donc une autre espèce d'*hygroscope*, qui, le plus souvent d'accord avec le Baromètre, nous indique encore, que, quand l'air devient moins pesant, il est aussi plus *humide*. Je parlerai bientôt des exceptions.

Indiquent que l'air est mêlé de vapeurs, quand le Baromètre baisse.

En prouvant que les minéraux & les végétaux, de même que les corps des animaux & les nôtres, annoncent la pluie comme *hygroscopes*, j'ai déja expliqué plusieurs des Phé-

omènes auxquels il faut que tout systême
tisfasse, pour être admis avec raison. Je
ais continuer d'appliquer le mien aux autres
hénomènes, qui regardent particulièrement
liaison ordinaire de l'état de l'air, avec les
ariations de l'*Hygromètre* & du Baromètre.

Explication des Phénomènes qui ont du rapport aux variations du Baromètre.

722. I[er]. *Phénomène.* L'air *mêlé de vapeurs* tant transporté par les vents, depuis la surace de la mer jusques dans les climats les lus éloignés, diminue le poids de l'Atmoshère par-tout où il passe & où il séjourne; Baromètre doit donc y baisser (711). Mais cet *air* n'est pas en quantité suffisante, si s vents ne trouvent aucun obstacle & suivent aisiblement leur cours (*a*); ou s'ils sont trop iolens, il ne se formera pas même des *nuages*. e transport peut avoir lieu sans être apperçu, orsque ces vents n'atteignent pas la surface e la terre. Descente du mercure sans pluie & même sans nuages ni vent.

723. II[me]. *Phénomène.* Si la quantité de cet ir *mêlé de vapeurs* est plus grande, & s'il n parvient successivement beaucoup dans le nême lieu, les *vapeurs* étant en plus grande uantité, se prêtent mutuellement des forces our surmonter la résistance qu'oppose l'air à eur ascension, parce que leurs particules se éunissent. Elles s'élèvent donc peu-à-peu, Formation des nuages.

(*a*) Voyez la note du § 724.

comme fait l'air dans le mercure (710), jusqu'à ce qu'elles soient parvenues dans une couche où elles soient en équilibre avec l'air. Elles s'accumulent à cette hauteur-là & forment des *nuages*. Quelquefois ces amas visibles de *vapeurs* se forment à notre vue; ils augmentent & se réunissent les uns aux autres, sans que nous appercevions d'où leur vient cet accroîssement. Ils produisent souvent ainsi ce qu'on nomme un *Ciel pommelé*, présage ordinaire de pluie. D'autres fois ils se sont formés hors de notre horison, & les vents nous les apportent.

Ils peuvent couvrir un pays sans que le mercure y baisse dans le Baromètre.

Les *nuages* n'opèrent pas un changement sensible dans le poids de l'Atmosphère, parce que, pour l'ordinaire, leur pesanteur spécifique est à-peu-près égale à celle de la couche d'air qui les contient. Ainsi le mercure baissera, non à cause des *nuages*, mais parce qu'il y aura beaucoup de vapeurs mêlées avec l'air. Et si les *nuages* ne se condensent pas suffisamment, il ne pleuvra pas.

Cause de la pluie.

724. IIIme. *Phénomène.* Quand, par l'abondance des *vapeurs*, par l'appui d'une chaîne de montagnes, par l'action d'un vent contraire (*a*), ou enfin par la résistance que le

---

(*a*) Le commencement de Décembre de l'année 1763 m'a fourni un exemple bien remarquable de l'influence des vents contraires pour condenser les vapeurs en pluie ou en neige; & en même tems de la quantité de *vapeurs* que l'air peut contenir sans qu'elles se condensent, quand le vent qui les transporte ne trouve aucun obstacle en son chemin. Un froid assez vif avoit fait

ages opposent eux-mêmes aux vents qui les ansportent, ces *nuages* viennent à se condenr, les gouttelettes d'eau se touchant alors,

---

ver de notre Lac une grande quantité de *brouillards* i, comme à l'ordinaire (695) avoient réchauffé l'air férieur, dont la température n'étoit plus qu'aux enrons de la *congélation*; tandis que sur les montagnes & ns les vallées, où les *brouillards* n'avoient pu pénér, le Thermomètre descendoit à —8 de la *division* 80 *parties*, peu de tems après le coucher du soleil. Baromètre étoit à *Genève* aux environs de 27 *p.* 4 ; & l'air étoit calme. Le 10me. du même mois, le romètre commença à baisser par un vent du Sud; & r s'étant réchauffé, les *brouillards* s'élevèrent au-dess des montagnes, & formèrent çà-&-là des *nuages* qui confondirent avec les *vapeurs* dont l'air parut chargé, sque le ciel fut découvert (704). C'étoit le 12me.; ce jour-là le mercure avoit déjà beaucoup baissé. ais le 13me. au matin il n'y eut personne qui ne surpris en regardant le Baromètre : de mémoire omme il n'avoit été aussi bas; le mien étoit à 25 *p.* *lig.* $\frac{1}{4}$. La prédiction la moins effrayante que portent Baromètres ordinaires pour un abbaissement moindre e celui-là, est une *tempête*; en sorte que le bruit cou bientôt de bouche en bouche, que le Baromètre oit beaucoup au-dessous de la *tempête*, & qu'on devoit ttendre à un tems affreux.

Examinant attentivement ce qui se passoit dans l'air, je pus appercevoir aucun nuage, soit qu'il n'y en eût int en effet, soit qu'une prodigieuse quantité de *vapeurs* lées à l'air empêchât de les découvrir. Il faisoit un pevent du Sud, dont le courant étoit plus égal qu'il ne st d'ordinaire. L'air offroit à mes yeux les causes de bbaissement extrême du Baromètre; jamais je ne l'ais vu si fort obscurci par les *vapeurs*; mais il n'étoit int menaçant, parce qu'il n'y avoit point de ces ages obscurs qui, s'abbaissant par leur densité, & pres-

ſe réuniſſent ; les particules ignées qui ſervent de véhicule, ſe réuniſſent auſſi s'échappent d'autant plus facilement que eſt plus rare (677) ; les montagnes m ſervent à les abſorber ; les gouttes de ſe forment & tombent, parce qu'elles plus peſantes que l'air.

Chûte de la pluie obſervée à ſon origine.

J'ai vu quelquefois aſſez diſtinctemen formation de la *pluie* dans les montagnes voici un des Phénomènes de ce genre s'eſt paſſé ſous mes yeux. J'étois à l'O & à la diſtance d'un quart de lieue montagne d'environ 200 *toiſes* de haut dont la face tournée de mon côté, étoit pée preſque à Pic. Les nuages charriés p vent d'Eſt, râſoit le ſommet de la mo gne qui ſembloit les attirer ; du moins

---

ſant l'air ſous eux, occaſionnent ces tourbillons tueux qui ſont un des caractères de la *tempête*.

*Le Baromètre reſta peu à cet extrême abbaiſſe le 14me. il fut à 26 *pouces*, & les jours ſuivans il inſenſiblement juſqu'à 26 *p.* 3. *lig.* : il tomba qu gouttes de pluie pendant cet intervalle. Enfin la n 18me. au 19me. il commença à neiger par un vent Oueſt, moins chaud que le Sud qui l'avoit précé température de l'air étoit à-peu-près à la *congélatio* xaminai de tems en tems dans la matinée du 19me. ſe paſſoit dans l'air, qui pût produire de la *neige*, que pendant les ſix jours précédens les *vapeurs* ſoient point condenſées ; & il me parut manifeſt que ce changement étoit produit par l'action de vents contraires. Car après avoir vu la neige ent par le Nord-Oueſt, je remarquai qu'elle étoit p par le Sud ; & pendant tout le tems qu'elle tomba fut pour ainſi dire balottée par ces deux vents.

portion de la couche s'y condensoit & devenoit si épaisse & si pesante, que ne pouvant plus être soutenue par l'air, elle se précipitoit continuellement comme un torrent par une espace d'environ 50 *toises* : après quoi elle se dissolvoit en pluie, & cessoit d'intercepter la montagne par son opacité. Cet effet étoit assez semblable à celui qu'on voit dans les fourneaux où l'on affine le fer : la masse de gueuse se présente à leur embouchure ; on la pousse successivement par derrière, & cependant son extrémité antérieure ne paroît pas s'avancer, parce qu'elle se fond à mesure qu'elle avance. C'étoit ainsi que le nuage se résolvoit en *pluie*, toujours à-peu-près à la même hauteur. Ce Phénomène dura plus d'un quart-d'heure, depuis que j'eus commencé à l'observer. Il cessa par la retraite apparente des *nuages* vers le haut de la montagne ; c'est-à-dire, qu'ils cesserent de descendre, mais non pas de se résoudre en *pluie ;* jusqu'à ce que le sommet de la montagne fût totalement découvert. Dans le même instant, je vis la formation d'un nuage de l'espèce de celui que j'ai décrit ci-devant (694): il parut d'abord comme un petit flocon à la hauteur où la pluie se formoit auparavant : il grossit considérablement en montant peu-à-peu, & il atteignit la couche générale où je le perdis de vue.

725. IVme. *Phénomène. L'air mêlé de vapeurs* peut être porté de proche en proche dans une contrée, & y prendre la place de l'air sec, sans qu'on apperçoive d'une manière sensible le vent qui le charrie. L'air demeure serein

Les grandes rosées & gelées blanches sont accompagnées de l'abbaissement du mer

cure, & présagent la pluie.

malgré ces *vapeurs*, lorſqu'elles ſont ſubtiles & en petite quantité. Pendant la nuit, elles ſe condenſent par la diminution de la chaleur, & elles produiſent une *roſée* beaucoup plus abondante que celles des jours précédens, qui, en hiver, ſe convertit en *gelée blanche*. Voilà pourquoi ceux qui obſervent les préſages naturels des changemens de *tems*, peuvent aſſez ſûrement annnoncer la pluie, quand la *roſée* ou la *gelée blanche* ſont plus abondantes que le pays ou la ſaiſon ne les auroient produites naturellement. Le Baromètre eſt le plus ſouvent d'accord avec ce préſage : *l'air mêlé de vapeurs* commence à le faire baiſſer ; &, ſuivant que cet abaiſſement eſt plus ou moins rapide, la *pluie* eſt ordinairement plus ou moins prochaine.

Effet des différens vents ſur la peſ. ſpéc. de l'air, & par conſéquent ſur le Baromètre.

726. Vme. *Phénomène*. Les vents de Sud, de Sud-Oueſt & d'Oueſt viennent par rapport à nous des plus vaſtes mers ; l'air qu'ils charrient doit donc être très-chargé de *vapeurs* ; c'eſt par cette raiſon qu'ils font baiſſer le mercure, avec cette différence dans la quantité de leur effet, que le Sud & le Sud-Oueſt venant des Pays chauds, charrient des *vapeurs* plus dilatées, & par conſéquent un air plus léger que celui qui eſt tranſporé par le vent d'Oueſt. Auſſi le mercure baiſſe-t-il ordinairement moins par ce dernier vent, que par les premiers.

Les vents du Nord, du Nord-Eſt & de l'Eſt ont traverſé de très-grands continens pour parvenir juſqu'à nous : c'eſt-pourquoi l'air qu'ils nous apportent, eſt ordinairement ſec. Auſſi font-ils monter le mercure ; le Nord-Eſt,

Est, sur-tout, parce qu'il est le plus sec & le moins chaud.

Les vents qui font baisser le mercure, amènent la *pluie*, & ceux par lesquels le mercure s'élève, produisent le *beau tems* : on voit assez la liaison de ces effets entr'eux & avec leur cause.

727. VIme. *Phénomène.* Les vents qui rendent ordinairement l'air serein, peuvent quelquefois amener la *pluie*; & le *beau tems* au contraire, peut accompagner ceux qui, le plus souvent, obscurcissent l'air. Le premier cas a lieu, quand le Sud ou le Sud-Ouest ont porté du côté du Nord beaucoup de *nuages*, que les vents de ces régions nous rapportent : dans le second cas, le Sud & le Sud-Ouest viennent à nous sans *vapeurs*. Mais ces cas sont peu fréquens, & leurs effets ne sont pas de durée. Dans ces tems-là, le Baromètre semble n'être pas d'accord avec l'état de l'air. Exceptions.

728. VIIme. *Phénomène.* Si pendant que la *pluie* se forme dans les *nuages*, & tombe, le concours de l'*air chargé de vapeurs* vient à cesser, la *pluie* elle même, en tombant, entraîne les *vapeurs* qui restoient mêlées avec l'air inférieur; de nouvel air *pur* leur succède; souvent même il est apporté par un autre vent. Le poids de l'air augmente alors, & le Baromètre monte, tandis qu'il pleut encore; mais si le Baromètre continue à monter, c'est une marque certaine que la *pluie* ne sera pas de longue durée. Le Baromètre peut monter pendant qu'il pleut.

729. VIIIme. *Phénomène.* Quand le Baromètre ne monte que parce que le vent qui charrioit les *vapeurs* a cessé, il peut *pleuvoir* encore Explication des différences qu'on observe dans

le tems qui s'écoule depuis que le Baromètre est monté jusqu'à la cessation de la pluie.

pendant quelque tems; c'est-à-dire, tant que les *nuages* sont encore assez denses pour produire la *pluie*; & ces *nuages* peuvent rester encore long-tems dans l'air, depuis que, par la diminution de leur densité, il a cessé de pleuvoir. Mais si ce changement est opéré par un vent qui amène de l'air *sec*, comme le Nord-Est, dans nos climats, cet air, qui peut absorber beaucoup de *vapeurs*, dissout, pour ainsi dire, les *nuages*: leurs particules se divisent & se mêlent de nouveau avec l'air; nous les voyons diminuer & disparoître, avant qu'ils aient eu le tems de sortir de notre horison.

Observation d'un nuage dissipé dans l'air sec.

J'ai été témoin d'un des plus singuliers Phénomènes de cette espèce, en voyageant dans les Alpes. Il avoit plu pendant la nuit précédente; l'air étoit devenu serein par un petit vent Nord-Est, & il ne restoit plus de *nuages* que dans les enfoncemens des montagnes. J'étois alors fort avancé dans la largeur de la chaîne des Alpes (*a*), & par conséquent, quoique je voyageasse dans une large vallée, j'étois déjà très-élevé.

Je quittai le grand chemin, pour visiter une mine de plomb (*b*), & je fus obligé, pour y parvenir, de monter assez haut sur la montagne, avant d'entrer dans une gorge qui conduit à cette mine. Lorsque je fus dans cette petite vallée, je n'apperçus plus le vent Nord-Est qui régnoit dans la grande, & je vis venir

(*a*) Au Bourg *St. Maurice* en Tarentaise.
(*b*) A *Pessei*.

à moi une bande de *nuages*, qui parcouroit lentement le côté de là montagne opposé à celui où je me trouvois, & à-peu-près à ma hauteur. Je m'attendois à voir ces *nuages* acquérir un mouvement plus rapide, & une direction différente, lorsqu'ils seroient parvenus dans la grande vallée ; c'est-pourquoi je les suivis des yeux ; mais je fus fort surpris de ce qu'ils parurent au contraire se fixer en cet endroit-là. Je crus d'abord que le vent s'opposoit à leur sortie, & qu'ils s'accumuleroient à l'embouchure du défilé, parce que le mouvement progressif continuoit par derrière ; mais cela n'arriva point, & mon attention redoubla par cette singularité. Je m'arrêtai pour considérer ce Phénomène ; & comme l'endroit où les *nuages* paroissoient se fixer, n'étoit éloigné de moi, que d'environ 100 *toises*, je vis distinctement, que, dès qu'ils étoient parvenus à ce point, le vent occasionnoit un peu d'agitation à leur extrémité ; il en séparoit de petits flocons, qui diminuoient de volume, en s'éloignant peu-à-peu de la masse dont ils avoient été détachés, & qui se dissipoient entièrement à une petite distance ; de sorte qu'au bout d'une heure, cette chaîne de *nuages*, qui avoit au moins 200 *toises* de longueur, fut entièrement absorbée. Je vis aussi, que les autres *nuages* parsemés autour des montagnes, se dissipoient comme celui que j'avois observé. L'air devint enfin absolument serein.

750. IXme. *Phénomène*. Lorsqu'une grande quantité de *vapeurs* se rassemble dans une contrée, & que par leur abondance elles s'élèvent

Comment il peut pleuvoir sans que le Baromètre baisse.

[illegible] ou elles se forment en [illegible] ; & si un vent vient à souffler [illegible], & qu'il transporte les [illegible] contrée où le Baromètre [illegible] ces nuages pourront s'y [illegible] par les mêmes causes qui contri[illegible] que le mercure s'abbaisse [illegible] ; parce que le vent n'aura [illegible] *vapeurs*. Il pleuvra [illegible] contrée-là, tandis qu'il ne [illegible] où les nuages se for[illegible], & où le mercure a baissé, parce que les [illegible] (Ph. II.). L'expérience in[illegible] des vents dans des couches [illegible] de l'air ; j'en ai senti de très-vio[illegible], pendant que l'air étoit [illegible] ; & j'ai éprouvé fort souvent [illegible]. Quand l'air est serein, on ne [illegible] différences dans les plai[illegible], mais s'il y a des *nuages* dans l'air à di[illegible], il est très-ordinaire de les voir [illegible] en plusieurs sens, & même quel[illegible] dans des directions absolument op[illegible].

[illegible] *Phénomène*. Le Baromètre reçoit [illegible] de tous les changemens qui arri[illegible] dans la colonne d'air qui le soutient ; mais l'Hygromètre n'est sensible qu'à ceux [illegible] la couche où il est placé, se trouve affectée. C'est pourquoi les variations de ces deux instrumens ne peuvent être, ni proportionnelles, ni même constamment uniformes. Il est vrai qu'ordinairement, l'*air mêlé de vapeurs*, descend jusqu'à la partie inférieure de

l'Atmosphère : l'Hygromètre doit donc indiquer le plus souvent une augmentation d'*humidité*, en même tems que la diminution du *poids* se fait appercevoir par l'abbaissement du mercure. Mais il peut arriver, par l'élévation du vent, par l'opposition de quelque hauteur, par l'action d'un vent contraire, & par plusieurs autres causes particulières & locales, qu'une couche de l'Atmosphère ne reçoive que peu ou point de cet *air mêle de vapeurs* ; & si l'Hygromètre est placé dans cette couche, il n'indiquera pas une augmentation d'*humidité*, quoique le mercure ait baissé dans le Baromètre. Mais si l'Hygromètre au contraire est placé dans un lieu où quelque cause particulière introduit des *vapeurs* dans l'air, il fera connoître ce melange, sans que le Baromètre baisse sensiblement ; & même pendant qu'il monte, par d'autres causes qui ne peuvent agir sur l'Hygromètre, à cause de sa position.

Comment on peut faire des erreurs contraires dans la mesure des hauteurs en observant à des élévations différentes dans le même jour.

732. XIme. *Phénomène*. Les mêmes circonstances qui contribuent au *Phénomène* précédent, peuvent occasionner les exceptions que j'ai indiquées dans le §. 665. Car si l'air n'est imprégné de *vapeurs* que jusqu'à une certaine élévation, cette cause produira beaucoup d'effet sur les observations qu'on fera dans cette étendue, pour mesurer les *hauteurs* ; mais elle influera moins sensiblement, quand le Baromètre supérieur sera porté plus haut. On trouvera donc des exceptions aux règles générales dans les stations inférieures ; parce que la densité ne sera plus proportionnelle au

poids ſupérieur, & aux effets de la chaleur ſur un air homogène (715). Mais ces exceptions ne s'étendront pas dans les lieux élevés au-deſſus des *vapeurs ;* on y appercevra même des exceptions contraires, ſi l'air eſt proportionnellement plus *pur* dans le haut, qu'il n'eſt mêlé de *vapeurs* dans le bas, parce que la fixation de ma règle eſt tirée de l'enſemble de mes obſervations, & ſuppoſe par conſéquent une *humidité* moyenne. Les exceptions ſeront contraires, ſi l'air eſt plus *pur* dans le bas, & plus *impregné de vapeurs* dans le haut, que le terme moyen qui a ſervi de bâſe à ma règle.

Pourquoi les variations du Baromètre ſont plus grandes au Nord que ſous l'Equateur.

733. XIIme. *Phénomene.* La chaleur dilate l'air & diminue ſon poids ; mais elle agit bien plus puiſſamment ſur les *vapeurs.* Ainſi plus il y a de différence dans un climat, entre la température de l'Hiver & celle de l'Été, & entre la quantité de *vapeurs* que l'air de ce climat contient en divers tems, plus auſſi l'étendue des variations du Baromètre doit y être conſidérable. Car ſi à la chaleur de l'Été & aux *vapeurs* qu'elle produit naturellement, ſe joint le concours d'un vent qui apporte une grande quantité d'*air mêlé de vapeurs*, le mercure doit s'abbaiſſer beaucoup dans le Baromètre. Voilà ce qui produit ces grandes variations dans le *Nord*, où la différence de chaleur de l'Été à l'Hiver eſt fort conſidérable, & où le mélange des *vapeurs* avec l'air tient à pluſieurs cauſes qui ne ſont pas permanentes. La température de l'air ſous l'Équateur *étant* beaucoup plus uniforme, ſa conſtitution re-

lativement aux *vapeurs* l'est aussi par cela même ; c'est-pourquoi le Baromètre y fait peu de variations.

Diverses causes particulières des variations du Baromètre.

734. XIIIme. *Phénomene.* Lorsqu'il se joint à la cause dont j'ai parlé jusqu'ici, quelqu'une des autres causes qui contribuent aux variations du Baromètre, comme l'augmentation ou diminution de poids, produites dans la masse totale de l'Atmosphère, par le plus ou le moins de *vapeurs* qu'elle renferme ; les dilatations & condensations qui procèdent des variations de la chaleur ; la plus grande ou la moindre abondance de *vapeurs* locales ; l'accumulation de l'air occasionnée par des vents contraires ; lors, dis-je, que ces causes ou d'autres même se combinent avec la principale, il se fait alors des exceptions. Si leur action est en sens contraire, l'effet total doit être plus petit ; mais si elles concourent, comme cela peut être, elles produisent sans doute alors les grands écarts que nous observons dans la hauteur du Baromètre, qui sont pour l'ordinaire momentanés.

Elles diminuent l'effet de la cause principale, quand elles agissent en sens contraire ;

Ou produisent des variations extraordinaires, quand elles concourent avec cette cause.

Remarque sur les prédictions du Baromètre.

735. Je pourrois porter plus loin le détail des combinaisons de l'*air mêlé de vapeurs* avec l'*air pur*, & expliquer par ce moyen un plus grand nombre de Phénomènes ; mais il suffit d'avoir montré comment les *vapeurs* sont la principale cause des *variations* du Baromètre, & pourquoi ces *variations* ne sont pas nécessairement liées avec la *pluie* & le *beau tems*, quoique le plus souvent elles les annoncent. Il faut par une longue suite d'observations locales, transmises, pour ainsi dire, d'une génération

à l'autre, lier certains Phénomènes particuliers avec les variations du Baromètre, pour rendre ſes prédictions plus certaines. Mais les obſervations faites dans un pays ne ſerviroient preſqu'à rien pour un autre; c'eſt-pourquoi je me ſuis borné aux indications les plus générales.

Recherche à faire pour perfectionner la meſure des hauteurs, par la connoiſſance des effets que les vapeurs produiſent dans l'air.

Je reviens maintenant aux obſervations du Baromètre qui ſont relatives à la meſure des *hauteurs.* Nous pouvons eſpérer, de ces obſervations, des conſéquences plus certaines, que des précédentes, parce que les changemens de hauteur du mercure dans un Baromètre fixe, ſont l'effet de ceux qui arrivent dans toute la colonne qui pèſe ſur lui, & dont nous ne pouvons examiner qu'une bien petite partie; au-lieu que dans les obſervations qui ſont relatives à la meſure des *hauteurs*, toute la colonne meſurée peut être ſoumiſe à nos expériences. C'eſt donc une connoiſſance plus exacte de l'état actuel des colonnes qu'on meſure, qu'on doit chercher à acquérir.

La cauſe des variations du Baromètre peut avoir produit une partie des exceptions trouvées dans les obſervations précédentes.

736. En expliquant la principale cauſe qui fait deſcendre le mercure dans un Baromètre ſédentaire, & l'influence de cette cauſe ſur l'élaſticité & la denſité *abſolues* & *relatives* des couches d'air, je me ſuis propoſé de faire voir qu'elle peut produire une grande partie des exceptions qui ſe trouvent encore dans

nes expériences. J'aurois donc pu donner à eurs résultats une plus grande uniformité, en joutant à ma règle quelques corrections reatives à cet objet. Mais n'ayant pas dirigé nes expériences vers ce but, je n'aurois pu :noncer cette correction que bien imparfaiement. C'est-pourquoi j'ai préféré de dénontrer simplement que cette plus grande miformité est possible.

737. Voilà donc un nouveau champ ouvert ux expériences. Il s'agit de déterminer quel hangement on doit faire à la *hauteur* trouvée ar les *logarithmes*, quand l'air est plus ou noins chargé de *vapeurs* qu'un certain point ixe, & de *vapeurs* échauffées plus ou moins qu'un certain dégré. Il faut chercher une nouvelle équation pour cet objet.

738. Il me semble que, pour découvrir cette *Loi*, il faudroit pouvoir joindre l'obervation d'un *Hygromètre* comparable à celle lu Baromètre & du Thermomètre. Car le oint essentiel consiste à connoître, s'il y a les *vapeurs* dans la colonne d'air qui est inerceptée par les deux stations, & quelle est eur quantité, puisque, si les *vapeurs* qui ont baisser le Baromètre, sont plus élevées ue cette colonne, elles ne changent point Loi générale qui sert de fondement au alcul. Nécessité d'avoir pour cela des Hygromètres comparables.

739. Lorsqu'on aura obtenu ce premier oint, il sera facile de connoître par l'expéence, 1°. si les *vapeurs* influent de la même anière, quelle que soit la densité de l'air roduite par la pression supérieure, & par onséquent, quelle que soit la hauteur du Route à suivre dans cette correction.

mercure dans le Baromètre ; 2°. quel rapport il y a entre la quantité des *vapeurs* exprimée par les *dégrés* de l'*Hygromètre*, & la diminution d'élasticité de l'air, par une température donnée ; ou, plus directement, quelle partie proportionnelle il faut déduire de la *hauteur* trouvée par le calcul, ou ajouter à cette *hauteur*, pour chaque *dégré* de l'*Hygromètre*, quand l'air est à cette température : ce qui conduira en même tems à placer le *zéro* de l'*Hygromètre* au dégré d'*humidité* où les *logarithmes* donnent immédiatement la hauteur en millièmes de toise. 3°. enfin, quelle modification doit éprouver ce *rapport*, lorsque la chaleur est plus ou moins grande que le *point fixe* auquel la force expansive des *vapeurs* est égale à celle de l'air.

Je conviens que tout cela présente bien des soins & des peines au premier coup-d'œil. Mais j'ai éprouvé plus d'une fois, que les difficultés connues s'applanissent beaucoup quand on les affronte avec courage.

CHAPITRE DIXIÈME.

Indications de quelques moyens d'éviter, dans la mesure des hauteurs par le Baromètre, les erreurs que peuvent y introduire les causes indiquées dans les Chapitres précédens.

J'AI rassemblé dans les Chapitres précédens, ce que je regarde comme les principales causes

des différences qui subsistent encore dans les résultats de mes observations. Elles forment des points de vues fixes pour de nouvelles recherches, & par cela même on peut espérer de porter plus loin les découvertes sur cette matière. Mais en attendant que par de nouvelles expériences, on soit parvenu à s'assurer de l'existence de ces causes, & à connoître leurs effets, je puis indiquer quelques moyens d'éviter assez sûrement les erreurs qui en résultent.

740. Le premier de ces moyens, & qui suffira seul le plus souvent, découle de ce que j'ai remarqué, dans le cours de mes observations, que la plupart des causes d'exceptions aux règles générales ne sont pas permanentes, & qu'elles varient même dans un court espace de tems. Toutes les fois donc qu'on peut rester quelques heures dans le lieu dont on cherche à connoître la hauteur relativement à un autre lieu, par le moyen du Baromètre, il faut faire, chaque quart-d'heure, les observations correspondantes aux deux stations, & en prendre le milieu. Plus leur nombre sera grand, plus ce terme moyen approchera de l'exactitude. C'est ce dont on peut voir bien des preuves dans le détail que j'ai donné de mes expériences à la montagne de *Salève*, parce que j'en ai fait quelquefois plusieurs, dans le même jour, au même endroit, dont les différences de résultat, relativement à la hauteur réelle, sont en sens contraire. Et comme il n'y a pas beaucoup plus de variation à cet égard, d'un jour &

Les causes d'exceptions aux regles générales ne sont pas permanentes.

En faisant donc plusieurs observations dans le même lieu, on approchera beaucoup de l'exactitude.

même d'une saison à l'autre, qu'entre les heures du même jour; je puis encore donner pour preuve de l'utilité de cette précaution, le résultat moyen de mes expériences en chaque station, dont on a vu le dégré d'exactitude.

Les observations sont généralement plus sûres à la cinquième partie du jour qu'à toute autre heure.

741. Mais si l'on ne pouvoit se procurer un certain nombre d'observations dans un même endroit; il est encore une ressource; c'est d'observer pendant la moyenne chaleur du matin, qui correspond à la cinquième partie de tems pendant lequel le soleil doit demeurer sur l'Horison (596); il est peu de mes observations faites dans la matinée, aux environs de ce tems-là, qui ne donnent la hauteur du lieu avec une grande justesse. Sans doute que dans cette partie du jour, la densité de l'air est plus exactement telle que l'exige la température, c'est-à-dire, qu'on est éloigné de ces momens, où pour l'ordinaire il se fait des condensations ou des dilatations subites, qui troublent la Loi générale, à cause de l'inertie de l'air (659); peut-être aussi que le terrein n'étant pas échauffé, comme il l'est plus tard, les vapeurs, les exhalaisons & les réverbérations de chaleur n'agissent pas encore aussi puissamment pour altérer l'effet des Loix générales.

Causes probables de cette régularité.

On peut estimer jusqu'à un certain point l'effet des causes locales & des vapeurs.

742. Après qu'on aura fait l'observation du Baromètre avec toutes les précautions que j'ai indiquées, il conviendra de noter tout ce qu'on pourra remarquer d'un peu certain, relativement à la chaleur locale & aux vapeurs répandues dans l'air. Ces notes serviront peut-être à

ıncilier les observations où l'on trouvera ɹelque différence ; mais sur-tout elles peuent conduire à la découverte de quelque ·gle fixe pour corriger ces petites erreurs.

743. En général, pour obtenir par les expériences du Baromètre des résultats qui aprochent toujours plus de l'exactitude, il est ıportant de s'accoutumer à voir les circonstances momentanées & locales, & à juger leur influence. Ce n'est pas dans la *mesure* des *hauteurs* que cette précaution est plus essentielle ; car si l'on y fait attention, on verra ıe la colonne d'air mesurée est ordinairement sez à l'abri des influences de ces causes ; est celle qui s'élève verticalement au-dessus la station la plus basse, jusqu'au point horizontalement correspondant à la station la plus élevée. Aussi a-t-on vu que cette *mesure* portée à une assez grande perfection. Mais ɔus devons tirer de ces expériences le moyen connoître sûrement l'état local & actuel l'air, & c'est-là un point important pour Physique. J'y reviendrai lorsque j'aurai xposé tout ce qui regarde la *mesure* des *auteurs*. Utilité de l'attention aux circonstances qui accompagnent les observations.

CHAPITRE ONZIÈME.

Du Nivellement des routes & de la détermination des hauteurs des Villes, par le Baromètre. Exemples de cette espèce de mesure.

744. DANS tout ce que j'ai dit ci-devant ɜn établissant les règles relatives à la *mesure* Pour l'exactitude, il

faut que les observations correſpondantes du Baromètre ſoient faites en des lieux peu diſtans.

des hauteurs par le Baromètre, j'ai ſuppoſé que les obſervations *correſpondantes* étoient faites à une petite diſtance horiſontale, & l'on ſent bien que cette condition eſt néceſſaire à l'exactitude.

Inégalité de changement dans l'état de l'air.

L'état de l'air change preſque continuellement; & quoique, par ſa fluidité, il tende toujours à ſe mettre en équilibre, il faut du tems pour qu'il y parvienne, & cet équilibre dure peu. Tant que les cauſes qui opèrent des changemens dans la denſité de l'air agiſſent dans une contrée, avec quelque rapidité que leurs effets puiſſent ſe communiquer au loin par les vents qu'elles produiſent, ces changemens doivent ſe maintenir plus grands à leur ſource que par-tout ailleurs, juſqu'à ce que leurs cauſes aient ceſſé. On a vu des exemples des différences qui en réſultent dans les rapports des hauteurs du Baromètre en divers lieux par les obſervations correſpondantes entre *Genève* & *Gènes*, & *Turin*; & entre *Genève* & *Beaucaire*, que j'ai rapportées ci-devant.

Ses effets ſur la *meſure* des *hauteurs* par le Baromètre.

Latitude qu'on peut avoir dans la diſtance des ſtations.

Voici ce qui oblige à rapprocher, le plus qu'il eſt poſſible, les ſtations du Baromètre, lorſqu'on veut connoître exactement les différences de hauteur des lieux. Cette règle a cependant une certaine latitude: par exemple, mes deux ſtations les plus élevées dans la montagne de *Salève* étoient éloignées de plus de deux lieues, horizontalement & en droite ligne, de la ſtation correſpondante dans la plaine. La diſtance des ſtations pour la meſure de la *Dole* (643), étoit d'environ 4

ues ; elle étoit de douze à treize pour celle des montagnes de *Sixt* (645). Cependant on a vu que les différences des résultats en divers tems, à ces distances, ont été peu considérables.

745. Mais quand on voyage, & qu'on rapporte à un même lieu les observations faites dans la route, la distance va toujours en augmentant. C'est cependant la méthode la plus sûre, parce que, pour l'ordinaire, il y a bien plus de différence dans l'état de l'air, dans l'intervalle seulement de cinq ou six heures, qu'il n'y en a entre deux lieux même assez distans, à la même heure. Par conséquent, on ne peut point compter sur la comparaison des observations faites de lieu en lieu dans les voyages ; je le montrerai bientôt, par les écarts qui se sont trouvés entre plusieurs *nivellemens* d'une même route, faits de cette manière.

Cependant la distance des *tems* peut produire plus de différence que la distance des *lieux*.

Lors donc qu'on voudra entreprendre cette espèce de *nivellement*, il faudra toujours s'assurer d'observations *correspondantes* dans un lieu fixe, auquel on rapportera toutes celles qu'on fera en voyageant. C'est la première condition requise pour opérer avec exactitude.

Il faut donc des observations simultanées, dans un lieu fixe, lorsqu'on observe le Baromètre en voyage ;

746. La seconde, qui découle de la même considération, est de convenir de certaines heures fixes auxquelles on observera. J'ai trouvé qu'il y avoit plus de sûreté dans les observations faites précisément à la même heure, que dans celles qui avoient été faites à des distances de tems assez petites. Cela

Et convenir de certaines heures fixes pour observer.

vient de ce qu'en obſervant à la même heure, on évite de plus grands écarts, en ſacrifiant la poſſibilité d'une plus grande exactitude. Ces écarts proviennent de ce que les variations du Baromètre commencent quelquefois plutôt, d'autres fois plus tard, dans un lieu, comparativement à un autre lieu. Si donc les obſervations correſpondantes n'ont pas été faites en même tems, il eſt auſſi probable que l'écart poſſible a été augmenté, qu'il eſt probable qu'il a été diminué. Et dans l'incertitude, il vant mieux négliger la probabilité de quelque diminution dans l'écart poſſible, pour éviter celle d'une augmentation. C'eſt ce qu'on fait en obſervant à la même heure. On eſt ſûr par-là, que, quand on obſervera un certain nombre de fois dans les mêmes lieux, il n'y aura pas de ſi grands écarts entre les réſultats particuliers & le réſultat moyen.

Raiſon d'obſerver en même tems quoiqu'à de grandes diſtances de lieux.

Il faut multiplier les obſervations dans l'*obſervation fixe*;

747. Mais on n'eſt pas toujours aſſuré, lorſqu'on voyage, de pouvoir obſerver exactement aux heures convenues. Il faut donc que l'Obſervateur ſédentaire répète plusieurs fois ſes obſervations, de quart-d'heure en quart-d'heure, aux environs du tems dont on eſt convenu. Il convient même qu'il les multiplie le plus qu'il pourra dans le cours de la journée, ſoit parce que le *Voyageur* peut obſerver ſur la route dans quelque endroit intéreſſant, ſoit par la raiſon que je vais dire.

Et dans les mêmes lieux en voyageant.

Le *Voyageur* doit auſſi faire le plus d'obſervations qu'il lui eſt poſſible dans chaque lieu

lieu, en mettant cependant entr'elles au moins un quart-d'heure d'intervalle. On diminuera beaucoup, par ce moyen, l'inconvénient des distances. Lorsque j'ai séjourné quelque tems dans un lieu, & que j'ai pu y observer souvent, le terme moyen des *hauteurs* conclues par les observations d'un même jour s'est presque toujours rapproché du terme moyen résultant de toutes les observations faites en plusieurs jours. Les grands écarts ne sont pas permanens, à cinquante on soixante lieues de distance.

748. Quand les observations correspondantes à celle du *voyageur* pourront se faire à la campagne, on y gagnera beaucoup pour l'exactitude. L'air des Villes n'est presque jamais à la température de l'air vraiment libre. La chaleur s'y concentre en Eté, & résiste à la fraîcheur de la nuit. En Hiver, le *froid* y devient presque permanent; on n'y éprouve point les adoucissemens que le soleil procure dans le jour à la campagne. Cependant il est très nécessaire dans ces observations, de connoître exactement le dégré de chaleur de l'air. Il faudra donc préférer la campagne aux Villes, pour l'*observatoire* fixe, à moins qu'on ne trouve dans les Villes des lieux bien aërés, où l'on puisse suspendre en plein air, dans un lieu exposé aux vents & au soleil le plus qu'il sera possible, un Thermomètre, tel que je l'ai décrit (537 & *suiv.*). C'est ainsi qu'ont été faites à *Genève* toutes les observations auxquelles j'ai comparé celles que j'ai faites dans mes voyages. Je suppose au reste que, si l'*observatoire*

En établissant l'*observatoire fixe* à la campagne, on jugera mieux de la *chaleur* de l'*air*.

fixe eſt à la campagne, on cherchera, par le Baromètre ou autrement, la hauteur du lieu, relativement à quelque Ville ou Rivière voiſine ; c'eſt-à-dire, à quelqu'autre lieu plus remarquable qu'une maiſon de campagne.

Le *voyageur* doit bien choiſir auſſi le lieu où il obſervera la *chaleur de l'air.*

Il n'eſt pas moins néceſſaire que le *voyageur* choiſiſſe bien le lieu où il devra obſerver le dégré de chaleur de l'air. J'ai toujours ſuſpendu mon Thermomètre dans quelque lieu bien exposé au vent ou au ſoleil, lorſqu'il en faiſoit ; & ſi je ne trouvois pas quelqu'endroit ſpacieux, comme un jardin, une grande cour, une Place, ou une rue bien percée, je cherchois l'endroit le mieux expoſé de la maiſon, & j'y ſuſpendois mon Thermomètre hors de la fenêtre.

Et laiſſer prendre à ſon Baromètre celle du lieu où il l'aura placé.

Telles ſont les principales précautions qu'on doit prendre pour meſurer les hauteurs par le Baromètre, à des diſtances un peu grandes. Le *voyageur* intelligent ſuppléera par lui-même aux détails dont je m'abſtiens (*a*). Il comprendra, par exemple, que lorſque ſon Baromètre aura été échauffé ou refroidi dans la route, plus que ne le ſera le lieu où il voudra l'obſer-

(*a*) Je mets en note un avis qui paroîtroit minutieux dans le texte, & qui cependant pourra épargner aux *voyageurs* les difficultés que j'ai éprouvées dans le premier voyage où j'ai porté mon Baromètre. Il n'eſt pas ſi commun qu'on pourroit le penſer, de trouver où ſuſpendre convenablement un Baromètre dans les auberges. J'y ai pourvu en portant un petit foret que je plante dans quelque boiſage. Je préfère ordinairement ceux qui ſont autour des fenêtres, pour que mon Baromètre ſoit bien éclairé : pourvu qu'en même tems il ſoit à l'abri des chocs, & que je puiſſe aiſément le mettre à plomb.

ver, il devra lui en laisser prendre la température, afin que son Thermomètre lui indique plus sûrement celle du Baromètre. En un mot, il y a quelques petits soins à prendre, que l'expérience enseignera aux gens attentifs.

749. Je vais donner des exemples de l'espèce de *nivellement* que je propose ; & je commencerai par celui de la route de *Genève* à *Gènes*. Je rappellerai à cette occasion, ce que j'ai dit ailleurs ; que c'est une vérification très-réelle, que la comparaison des *hauteurs* d'un même lieu, conclues en différens tems (642). Ce sera donc montrer assez sûrement le dégré de confiance qu'on peut avoir dans cette méthode ; que de rapporter les observations de ce genre, que j'ai faites aux mêmes lieux dans mes voyages.

Utilité des observations répétées dans les mêmes lieux en différens tems.

J'ajouterai aux résultats de ce premier *nivellement*, un exemple des *hauteurs* que j'aurois trouvées par la seule comparaison des observations successives, prises même aux moindres intervalles de tems. On comprendra combien cette méthode est peu sûre, par les écarts des *hauteurs* conclues en différens tems de cette manière ; tandis qu'il s'en trouve peu dans celles qui résultent d'observations correspondantes pour le tems, faites dans un lieu fixe plus éloigné.

Inutilité de celles qui ne sont pas rapportées à un lieu où l'on observe en même tems.

Comme dans les auberges on est logé le plus souvent au premier étage ; c'est toujours au *premier étage* que j'ai observé, ou que j'ai rapporté mes observations, en ayant égard à la différence. Lorsque j'aurai eu quelque raison d'observer ailleurs, je les indiquerai.

Le premier étage des auberges choisi pour lieu ordinaire des observations.

Et le niveau du *Lac de Geneve*, ainsi que celui de la *Mer méditerranée*, pour termes de comparaison.

Toutes les *hauteurs* que je donnerai relativement à *Genève*, seront rapportées au niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*, en Eté où il est le plus haut. J'y joindrai les *hauteurs* sur le niveau de la *Mer Méditerranée*, en ajoutant aux premières ou en en retranchant, suivant les cas, 188 *toises*, ou bien la hauteur du *Lac* sur ce dernier niveau, conclue des expériences que j'ai rapportées ci devant (647 *& suiv.*).



750. *Nivellement* de la route de *Genève* à *Turin*, par des observations *successives*.

Lieu	Observations		Hauteurs moyen. sur le *Lac* à *Genève* en Été. *TOISES.*
CROZEILLE. . . .	Observation du 17me Août 1762.		207
ANNECI	16. Mai 1762.	30	38.
	16. Août	45	
St.-FELIX . . .	16. Août 1762.		14
			abbaissemens sous le même niveau.
CHAMBÉRY. .	17. Mai 1762.	74	55
	15. Août	37	
PLANÉSE . . .	17. Mai 1762.		35
AIGUEBELLE.	27. Mai 1757.	43	33
	18. Mai 1762.	47	
	15. Août.	8	
			Hauteurs sur le même niveau.
LA CHAMBRE.	18. Mai 1762.	40	
	14. Août.	81	
St.-MICHEL . . .	28. Mai 1757.	121	163
	19. Mai 1762.	155	
	14. Août.	212	
MODANE . . .	28. Mai 1757.	303	344.
	19. Mai 1762.	339	
	14. Août.	391	
BRAMAN . . .	13. Août.		478.
LANS-LE-BOURG .	29. Mai 1757.	468	499
	20. Mai 1762.	489	
	13. Août.	540	
LA RAMASSE .	13. Août.		846
TOVET-DESSUS.	13. Août (hors du gr. chemin à l'Est.) . . .		897
LA GRAND-CROIX .	29. Mai 1757.	726	745.
	20. Mai 1762.	733	
	13. Août.	775	
LA FERRIÈRE .	20. Mai.	510	532
	13. Août.	553	
LA NOVALAISE . .	29. Mai 1757.	201	219
	20. Mai 1762.	205	
	13. Août.	250	
SUZE	29. Mai 1757.	33	41
	21. Mai 1762.	50	
			abbaissemens sous le même niveau.
St.-AMBROISE .	21. Mai.	16	4
	12. Août. . . . . +	8	
AVILLIANE. . .	30. Mai 1757.		36
TURIN	30. Mai.	92	74
	21. Mai 1762.	76	
	11. Août.	53	

751. *Nivell.* de la route de *Genève* à *Turin* & à *Gênes*, par des observations correspondantes avec *Genève*.

		Hauteurs sur le *Lac à Genève* en Eté. TOISES.	*Hauteurs* sur la *Mer Méditerranée.* TOISES.
GENÈVE . .	Au niv. du *Lac* ou du *Rhône* en Eté.	0	188
CROZEILLE.	Observation du 17me Août 1762. . .	207	395
ANNECI	16. Mai 1762. . . . . 36 16. Août 35	35	223
ST.-FÉLIX . . .	16. Août	12	200
		abbaissemens sous le même niveau.	
CHAMBERY. .	17. Mai . . . . 48 15. Août 47	47	141
PLANÉSE . . .	17. Mai	15	173
AIGUEBELLE.	27. Mai 1757 . . . . 22 18. Mai 1762 . . . . 25 15. Août 22	23	165
		Hauteurs sur le même niveau.	
LA CHAMBRE .	18. Mai . . . . 64 14. Août 54	59	247
ST.-MICHEL . .	28. Mai 1757 . . . . 171 19. Mai 1762 . . . . 174 14. Août 180	175	363
MODANE . . .	28. Mai 1757 . . . . 355 19. Mai 1762 . . . . 353 14. Août 357	355	543
BRAMAN . . .	13. Août	434	622
LANS-LE-BOURG . .	29. Mai 1757 . . . . 511 20. Mai 1762 . . . . 509 13. Août 502	504	692
LA RAMASSE .	13. Août	809	997
TOVET-DESSUS	13. Août (hors du grand chemin à l'Est).	844	1032
LA GRAND-CROIX. .	29. Mai 1757 . . . . 770 20. Mai 1762 . . . . 756 13. Août 741	756	944
LA FERRIÈRE.	20. Mai . . . . . . 529 13. Août 514	521	709
LA NOVALAISE.	29. Mai 1757 . . . . 234 20. Mai 1762 . . . . 226 13. Août 212	224	412
SUZE	29. Mai 1757 . . . . 72 21. Mai 1762 66	69	257
		abbaissemens sous le même niveau.	
ST.-AMBROISE .	21. Mai . . . . 7 12. Août 23	15	173
		Elévation sur le même niveau.	
AVILLIANE. .	30. Mai 1757	1	189
		Abaissemens sous le même niveau	
TURIN	Rez-de-chaussée de l'*Ac.* (647)	65	123
GÊNES	Niveau de la *Mer*, (647)	8	0

752. *Nivellement* de la route de *ıève* à *Motier-Travers* & à *ıfchatel*, en 1763.

		Hauteurs fur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	Hauteurs fur la *Mer Méditerranée.* TOISES.
NÈVE . . .	Au niveau du *Lac*, en Eté.	0	188
N	Le 21. Novembre au bord du *Lac*, niveau d'Eté.	3	191
RGES	Le 21. de même (devroit être à-peu-près au même niveau que *Nion*.	1	189
JMOENS . .	Le 23.	123	311
ERDON . .	Le même jour, au bord du *Lac* de *Neuf-chatel.*	25	213
IVILLARD.	Le 24.	50	238
MEIRON . .	Village fur le penchant de la montagne qu'il faut traverfer depuis *Bonvillard*, pour aller à *Motier-Travers*.	231	419
VERS . . .	Au-deffus de *Tevenon*, au plus haut du chemin qui traverfe la Montagne.	464	652
RNOU . . .	Métairie, fur le penchant de la Montagne du côté de *Motier-Travers*.	372	560
IER-TRAVERS.	Par des obfervations du 24me. Nov. au 7me. Déc.	182	370
T	Le 7. Déc. Village fur la route de *Motier* à *Neufchatel*.	241	429
JF-CHATEL.	Le 8. . . . au bord du *Lac*.	28	316

'ar l'obfervation faite à *Neufchatel*, au bord du *Lac* de ıom, fa hauteur fur le niveau du *Lac* de *Genève* fe ıve de 28 *toifes*, & par l'obfervation faite à *Yverdon*, au d du même *Lac*, fa hauteur fur le même niveau ne fe- que de 25 *toifes*. En prenant le milieu entre ces deux ıltats, la hauteur *du Lac* de *Neufchatel*, fur le *Lac* de *ıève*, feroit de 26 *toifes* $\frac{1}{2}$, & de 314 *toifes* $\frac{1}{2}$ fur le ɛau de la *Mer Méditerranée*.

753. *Nivellement* de la route de *Genève* à *Berne*, en Juin 1764.

		Hauteurs sur le niveau du *Lac* de *Genève* en Eté. TOISES.	Hauteurs sur le niveau de la *Mer Méditerranée*. TOISES.
GENÈVE . . .	Au niveau du *Lac*, en Eté.	0	188
LAUSANNE . .	Observation du 26 Juin, au *Lion d'or.*	72	260
	Le 15me. au plus haut de la Colline de *Lausanne*, sur le chemin de *Moudon.*	270	458
MOUDON . . .	Le 15. . . . . 72 Le 26. 71	71	259
PAYERNE . . .	Le 16. . . . . 40 Le 26 & le 27. . . . 42	41	229
MORAT	Le 17. à l'*Aigle*.	44	232
	Au bord du *Lac*.	29	217
BERNE	Au *Faucon*, par des observations du 18 au 25.	87	275
	Au bord de l'*Aar* à la *Matte*.	70	258

Par une observation faite au haut de la Tour de la *Cathédrale* de *Berne*, auprès d'une petite *lucarne* qui est dans le couvert; comparée à deux autres observations faites ensuite, l'une au bas de l'escalier de la Tour, & l'autre au pied de la terrasse, sur laquelle cette Eglise est bâtie : j'ai trouvé que cette *lucarne* est élevée de 160 *pieds* au-dessus du bas de l'escalier de la Tour, & de 245 *pieds* au-dessus de la bâse de la terrasse. Comme je n'avois qu'un Baromètre, je n'ai pas pû savoir s'il s'étoit fait quelque changement dans l'air pendant l'intervalle des observations, qui fut de 50 *min.* de la première à la dernière.

Par l'observation du 17me., j'ai trouvé la hauteur du *Lac* de *Morat* sur le niveau du *Lac* de *Genève*, de 29 *toises*, & je n'avois trouvé que 26 *toises* ½ pour celle du *Lac* de *Neufchatel*, sur le même niveau. Le *Lac* de *Morat* & celui de *Neufchatel* sont parallèles l'un à l'autre, & séparés seulement par une Colline; mais le premier de ces *Lacs* est en effet un peu plus haut que le dernier; car il se décharge par une petite Rivière, qui coule vers le *Lac* de *Neufchatel*, & va se joindre à celle qui sort de ce *Lac*.

4. *Nivellement* de la route de ve à *Baucaire* par le *Dau-*, en 1770.		Hauteurs sur le niveau du *Lac* de *Genève* en Eté. TOISES.	Hauteurs sur le niveau de la *Mer Méditerranée*. TOISES.
VE .	Au niveau du *Lac*, en Eté . . .	0	188
NGE.	{ 4 Juillet . . . . 63 / 8 Août . . . . 62 }	62	250
LON,	4 Juillet	76	264
UTE .	7 & 8 Août	63	251
UA .	7 Août	53	241
ON .	Au haut de la descente, au commencement du rocher coupé. { 5 Juillet . 61 / 7 Août . . 66 }	63	251
		Abbaissement sous le même niveau.	
	Au bas de la descente sur le grand chemin. { 5 Juillet . . 32 / 7 Août . . . 28 }	30	158
RNAY,	5 & 6 Juillet	53	135
EUX .	6 Août	70	118
UEL .	{ 6 Juillet . . . . 85 / 6 Août . . . . 75 }	80	108
. . .	A 4 toises au-dessus du niveau du *Rhône* en Eté, par plusieurs observations en Juillet & Août,	100	88
HORIN.	Le 3 Août	84	104
GE . .	Le 2	91	97
OL . .	Le 1er.	128	60
IMAR .	Le 31 Juillet & le 1er. Août . . .	129	59
LATE.	Le 31 Juillet	155	33
GE .	Le 30 & le 31	155	33
NON.	{ 10 Juillet . . . . 173 / 30 Juillet . . . . 175 }	174	14
RE . .	A 7 toises au-dessus du niveau du *Rhône* en Eté, par des observations du 11 au 30 Juillet,	175	13

8 Juillet j'observai le Baromètre au haut du Clocher de e de *Fourvière* à *Lyon* : quelques heures après je l'ob- au bord du *Rhône*, au pied de cette Colline. Par la araison de ces deux observations, le haut du Clocher de ière, seroit élevé sur le niveau du *Rhône*, de 443 *pieds*.

755. *Nivellement* du cours du *Rhône*, depuis *Genève* jusqu'à la *Mer Méditerranée*, en 1770.

		Abbaissemens au-dessous du niveau du *Lac* de *Genève*. TOISES.	*Pentes* d'un lieu à l'autre. TOISES.	Hauteurs s… le niveau … la *Mer Mé… diterran…* TOIS…
A GENÈVE	. . . .	0	39	188
AU PONT DE LUCEL.	Lieu éloigné de *Genève* d'environ 4 lieues, où le *Rhône* s'engouffre dans un Rocher, & disparoît totalement pendant l'espace de quelques toises. Observ. du 8e Août.	39	65	149
A LYON . .	Observ. du 6 au 9 Juillet. 105 / Du 3 au 6 Août . . . 104	104	14	84
A CONDRIEU.	9e. Juillet	118	13	70
A VALENCE.	9e. Juillet . . . . 129 / 1e. Août 133	131	34	57
AU St. ESPRIT.	10e. Juillet	165	12	23
A AVIGNON	10e. Juillet . . . . 176 / 30e. 178	177	5	11
A BAUCAIRE.	Observ. du 11 au 30 Juillet.	182	6	6
A son embouchure dans la *Mer Méditerr.* (639).		188		0

Il me semble que la Pente de *Condrieu* à *Valence* est trop petite comparativement à celle de *Valence* au *St.-Esprit*. Elle n'est pas proportionnée à beaucoup près à la différence des *trajets*; & je n'ai pas remarqué non plus dans le *Rhône* une différence de *rapidité* proportionnée à ce qui manque dans la proportion des *pentes* aux *trajets*. Je soupçonne l'observation du 9me. Juillet à *Valence* d'être très-défectueuse; & même que *Valence* est encore plus bas, qu'il n'est indiqué par l'observation du 1er. Août.



: vais rassembler ici toutes les mesures que j'ai faites avec
iromètre dans les Montagnes de notre voisinage, pour la
modité de ceux qui voudroient y avoir recours.

iteurs *des lieux les plus connus de la Montagne de* Salève.

	Hauteurs sur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	Hauteurs sur le niveau de la *Mer Méditerranée.* TOISES.
de *Penchat*, vers les Tuillières de *Vessy*, à lieue de *Salève*; base des observations du Baètre	24	212
: commencement du *pas de l'échelle* . . .	122	310
ier	177	365
imet du *petit Salève*	267	455
inge des *Arbres*	413	601
oix sur *Crevin*	454	642
nd Pitton, qui est la plus haute sommité . .	512	700

756. Voyage au *Mole*, le 28me. Août 1763.

inges des Communes d'*Aire*	593	781
imet du *Mole*	760	948

Voyage à la *Dole*, le 29me. Juillet 1764.

IN	87	275
RGUE	338	526
imet de la *Dole*	658	846

Voyage à la *Dole*, le 20me. Juillet 1765.

ONT, au rez-de-chaussée du Château . .	111	299
La Grange du *Boule*	392	580
La plus haute Grange de la *Dole* .	543	731
Le sommet de la *Dole*	659	847

757. Voyages aux Montagnes de la Paroisse de *Sixt*, dans le *Faussigny*.

		Hauteurs sur le niveau du *Lac de Gen.* en Eté.	Hauteurs sur le niveau de la *Mer Méditerr.*
ST. JOIRE . . .	24 Août 1765	108	296
TANINGE . . .	24 Août 1765 . . . . 160 24 Août 1770 . . . . $160\frac{1}{5}$	160	348
SIXT	25 Août 1765 . . . . 187 24, 25 & 26 Août 1770 . $187\frac{1}{6}$	187	375
GRANGES *des Communes.*	25 Août 1765 . . . . 646 26 Août 1770 . . . . $644\frac{5}{6}$	645	833
GRENIER, *au pied du* Grenairon.	25 Août 1765 . . . . 1123 25 Août 1770 . . . . $1119\frac{1}{3}$	1121	1309
GRENAIRON . .	Sommet de la Montagne des Communes, 25 Août 1770.	1204	1392
LES FONDS . .	A une des Granges les plus élevées, 21 à 24 Sept. 1770.	498	686
GRASSE CHEVRE . .	Pâturage au Sud des fonds dans la Grange de l'Abbaye de *Sixt*, le 22e.	662	850
LE PLAN DE LÉCHAUD.	A sa partie la plus élevée, le 25e.	892	1080
LE GLACIER DE BUET, au sommet, le 25e.		1372	1560

Commodité de la méthode de *niveler* les *routes* par le Baromètre.

758. Par les exemples que je viens de rapporter de *Nivellemens* faits avec le Baromètre, on peut voir que cette méthode mérite déjà assez de confiance pour être employée & qu'il vaut la peine qu'on travaille à la perfectionner. Il n'en est certainement aucune qui puisse lui être comparée pour l commodité, lorsqu'il s'agira d'embrasser un grande étendue de terrein. Je transport mon Baromètre presque sans aucune pei dans mes voyages ; bien loin qu'il m'e coûte aucune pour faire mes observation c'est une occupation agréable ; je n'éprou point d'ennui en voyageant, & je fais ai avec plaisir & en fort peu de tems ce c coûteroit un tems & une peine immense l les méthodes ordinaires, savoir le *nivel ment* de ma route.

Il est vrai que cette méthode demande des observations *correspondantes* bien faites ; c'est-à-dire, qu'il faut que celui qui voudra porter un Baromètre en voyage, pour *niveler* sa route, trouve quelqu'un qui veuille s'assujettir à observer pendant son absence. Il faudra même, quand les voyages seront longs, pouvoir transporter de distance en distance l'*observatoire* fixe, pour mettre plus de sûreté dans les observations. Mais il me semble que ce n'est pas trop attendre du goût qu'on a pris pour la Physique, & qu'on peut compter qu'il se trouvera aisément, au moins dans toutes les Villes, quelqu'Amateur qui se fera plaisir de rendre utiles ses amusemens.

Elle exige à la vérité des observations correspondantes dans un lieu fixe.

Mais il ne doit pas être difficile aujourd'hui de s'en procurer.

759. Il y auroit un moyen d'applanir les difficultés ; ce seroit, que, dans toutes les principales Villes de l'Europe, quelqu'un voulût se charger du soin d'observer pendant quelques années le Baromètre & le Thermomètre, à des heures fixes de chaque jour, comme à 8 heures du matin, à une heure après midi, & à 10 heures du soir, (ce sont les heures qui me semblent le plus généralement commodes), & de publier ensuite ses observations tous les trois mois dans les Journaux. Par ce moyen les Voyageurs seroient assurés d'avoir des points de comparaison; ce qui inspireroit le desir d'en profiter.

Idées d'observations à faire dans les principales villes de l'Europe.

Les voyageurs en profiteroient.

Mais il resulteroit un avantage plus certain encore de ces observations. C'est que, par leurs termes moyens, on parviendroit à *niveler* l'Europe, du moins le sol de toutes les Villes ; & l'on pourroit joindre alors, avec

Et l'on détermineroit par ce moyen les hauteurs de toutes ces Villes.

sûreté, à leur *longitude* & *latitude*, leur *hauteur sur le niveau de la mer*. On a vu comment j'ai déterminé celles de *Turin*, de *Lyon* & de *Baucaire*, comparativement à notre *Lac* & à la *Mer-Méditerranée*. Par des observations plus nombreuses, on s'assureroit d'une plus grande exactitude.

Utilité d'en faire de semblables au bord de toutes les Mers.

Si l'on étendoit ces observations hors de notre continent, qu'on en fît sur-tout de semblables tout au tour des côtes, je ne doute pas qu'il n'en résultât des découvertes intéressantes, sur les différences de hauteur de la mer, sur les causes des vents & des courants, peut-être même sur la figure de la terre. Il est vrai qu'on ne parviendroit à des conséquences solides à tous ces égards, qu'au travers de bien des difficultés; mais ces difficultés mêmes seroient intéressantes. Elles ne naîtroient pas des observations; on les feroit aisément par-tout; elles naîtroient de leurs conséquences, qui, dans des observations continues, faites à de grandes distances & sous des colonnes *entières* de l'Atmosphère, tiendroient à des principes bien différens de ceux qui sont applicables à des observations simultanées, faites sur des portions de colonnes, à de petites distances. Je crois, en un mot, que de telles observations donneroient lieu à des recherches physiques très-délicates, & dignes d'occuper les génies les plus profonds.

Conséquences des observations mal faites.

Mais il est si commun de substituer l'appareil de l'exactitude à sa réalité, que je tremble qu'on ne vienne tout bouleverser par des obser-

ritions mal faites. Combien de Savans, dignes e trouver le vrai par la fertilité de leur géie, ne se sont pas exercés, dans leur cabiet, à concilier des chimères ! Il est donc à ouhaiter que ceux qui n'ont pas une patience t une dextérité suffisantes, n'apportent rien u dépôt commun.

CHAPITRE DOUZIEME.

Usage du Niveau & *du* Graphomètre, *joints au Baromètre pour mesurer les hauteurs. Mesure de celle du* Mont-blanc, *dans les* Alpes *du* Faussigny.

508. J'AI dit ci-devant que mon Baromètre ne sert en même tems de *niveau* (507). Je vais expliquer à présent le parti qu'on peut tirer de ce double usage.

Le niveau joint au Baromètre.

Il en résulte d'abord qu'il n'est pas nécessaire de se transporter, avec le Baromètre, dans tous les lieux dont on veut connoître la hauteur ; celle du lieu où l'on se trouve peut servir à en déterminer beaucoup d'autres, par le moyen du *niveau*. Et en montant ou descendant sur le penchant d'une haute montagne, & joignant toujours les observations du Baromètre à celles du *niveau*, on peut connoître la hauteur de tous les lieux qu'on découvre dans les environs. J'ai vu un peu tard cette extension de la mesure des hauteurs par le Baromètre; c'est-pourquoi je

Son usage pour étendre la mesure des hauteurs par le Baromètre.

n'en ai pas fait un grand usage. Mais il suffit de l'indiquer, pour qu'on voie d'un coup d'œil combien elle est utile & commode.

Autre extension par quelques opérations trigonométriques.

761. On peut joindre même à cet usage du *niveau* quelques opérations aisées de *Trigonométrie*, & porter plus loin encore, par cette réunion, l'utilité du Baromètre dans la mesure des hauteurs. Je vais en donner un exemple.

Le Mont-blanc mesuré géométriquement par M. Fatio de Duillier.

Il y avoit long-tems que nous desirions, mon frère & moi, de mesurer la hauteur du *Mont-blanc*, ou *montagne maudite*. Cette montagne, qui est dans le *Faussigny*, est la plus élevée de la chaîne des *Alpes*, & probablement de tout le Globe à l'exception des *Cordilieres*. M. *Fatio de Duillier* en avoit mesuré la hauteur géométriquement, & il l'avoit trouvée de 2000 *toises* au-dessus du niveau du *Lac* (*a*). Mais sa *bâse* étoit trop petite & trop distante de la montagne, pour qu'on pût compter sur l'exactitude de son opération.

Projet d'une nouvelle mesure géométrique de cette montagne.

762. Nous avions mesuré depuis long-tems, dans le même dessein, une *bâse* de 4000 *pieds*. On ne voyoit pas le *Mont blanc* depuis cette *bâse*; elle devoit nous servir seulement à déterminer la distance de deux points, pris sur des hauteurs voisines d'où l'on voit cette montagne. La raison de ce

(*a*) *Remarque sur l'histoire naturelle des environs du Lac de Genève*, à la fin du II. vol. de l'histoire de Genève par M. *Spon*.

choix

choix fut que nous pûmes mesurer notre *bâse* en plus grande partie sur la glace. Mais le reste de l'opération demandoit beaucoup de tems, & nous n'en avions jamais eu assez pour l'entreprendre.

Abandonné.

763. La hauteur du *Glacier de Buet*, dont j'ai déjà parlé (646) ; sa proximité du *Mont-blanc*, & la position de cette dernière montagne, dont on découvre une grande partie depuis les environs de *Genève*, nous firent naître l'idée d'une autre espèce de mesure, lorsque, pour d'autres motifs, nous allâmes à ce *Glacier*. Voici quelles ont été les opérations relatives à cette mesure.

Autre mesure à l'aide du Barometre.

Nous cherchâmes d'abord, de dessus le sommet du *Glacier*, quelques points du *Mont-blanc*, de niveau avec ce sommet, & qu'on pût découvrir des environs de *Genève*. L'ayant trouvé, nous fîmes un dessein de cette montagne, dans lequel nous désignâmes notre point. De retour à *Genève*, nous cherchâmes à le découvrir ; mais nous éprouvâmes quelques difficultés. D'abord, nous étions en Automne, & le soleil, qui s'étoit abbaissé dans l'intervalle des opérations, n'éclairoit presque plus la partie du *Mont-blanc* où étoit notre objet. Outre cela, les montagnes qui sont en avant du *Mont-blanc*, cachent cette partie pour les environs de *Genève*. Si nous avions prévenu ce dernier obstacle, nous aurions pu prendre plusieurs points dans le même niveau, pour choisir ensuite le plus commode. C'est une attention qu'il faudroit avoir en pareil cas, car on peut aisément

Un point dans le *Mont-blanc*, de niveau avec une autre montagne mesurée par le Barometre.

ſe tromper, dans les montagnes, ſur cette *viſibilité* des objets depuis certains lieux éloignés.

Angles de hauteur de ce point & du ſommet pris d'un lieu près du *Lac.*

Nous parvinmes cependant à découvrir le nôtre, en montant ſur les hauteurs de *Prégny*, à demi-lieue de *Genève*, près du *Lac.* Mais il ne fut viſible que vers le coucher du ſoleil. Nous prîmes promptement l'angle de hauteur de ce point & celui du ſommet de la montagne, & ils ſe trouvèrent ainſi :

Angle du ſommet du *Mont-blanc*	3°. 14'.
Angle du point de cette montagne, horizontalement correſpondant au ſommet du *Glacier de Buet*	2°. 2'.

Calcul de ces angles pour en conclurre la hauteur du *Mont-blanc* ſur le *Lac.*

La hauteur du *Glacier de Buet* ſur le niveau du *Lac*, déterminé par le Baromètre, eſt (646)	8229 *pieds.*
Par l'obſervation du Baromètre ſur la colline de *Prégny* & au bord du *Lac*, nous trouvâmes que nous étions élevés ſur ſon niveau, de . . .	170
Hauteur du *Glacier de Buet*, & par conſéquent du point qui lui correſpond horizontalement dans le *Mont-blanc*, ſur la ſtation à *Prégny* . .	8059 *pieds.*

En faiſant donc la *tangente* de l'*angle* de

2°. 2'., égale à 8059 *pieds*, nous aurons la hauteur du *Mont-blanc* sur *Prégny*, par cette analogie :

3550 (*tang.* 2°. 2'.) : 8059 :: 5649 (*tang.* 3°. 14'.) : 12824.

Mais cette anologie suppose que les deux points dont nous avons pris les angles de hauteur, sont à même distance de *Prégny*. Or le sommet du *Mont-blanc* en est plus éloigné que le point horizontalement correspondant au sommet du *Glacier de Buet*; & la distance horizontale de ces deux points peut bien différer de 4000 *pieds* ; ce qui, sur une distance de 227000 *pieds*, qui est celle de notre objet à *Prégny*, fait une augmentation de 226 *pieds* sur la hauteur du *Mont-blanc*. Correction pour la différence de distance du point & du sommet.

Nous avons donc :

Hauteur du *Mont-blanc* sur *Prégny*, par le calcul, . . *Pieds.*	12824
Pour la différence d'éloignement, &c.	226
Hauteur de *Prégny* sur le niveau du *Lac*	170
Hauteur du *Mont-blanc* sur le niveau du *Lac* . . . . *Pieds.*	13220
Toises.	2203
Hauteur du *Lac* sur le niveau de la *Mer Méditerranée* (647)	188
Hauteur du *Mont-blanc* sur le niveau de la *Mer Méditerranée* . . . . *Toises.*	2391

Le *Pic de Tenerife* passe pour la plus haute Le Mont-blanc plus

haut que le Pic de Téné-rife.

montagne de l'ancien Monde ; cependant elle n'eſt pas ſi haute que le *Mont-blanc ;* car le *P. Feuillée* ayant meſuré géométriquement, en 1704, la hauteur du *Pic de Tenerife*, ne la trouva que de 2213 *toiſes* au-deſſus du niveau de la mer (*a*). Et même par une remarque de MM. *de la Condamine* & *Bouguer* ſur la meſure du *P Feuillée*, cette hauteur ne doit être que de 2070. *toiſes* (281).

Cet exemple de la réunion qu'on peut faire des obſervations barométriques, aux opérations géomètriques, pour abréger celles-ci dans certains cas, fournira peut-être quelques idées utiles. C'eſt dans cette intention que je l'ai donné.

CHAPITRE TREIZIÈME.

Obſervations du Barometre faites par M. Bouguer *au* Pérou, *& par M. l'Abbé* de la Caille *au* Cap-de-Bonne-Eſpérance, *qui contribuent à prouver que les dilatations de l'air ſuivent les mêmes Loix, à toute hauteur & dans tous les climats.*

Examen de quelques expériences du Baromètre faites en des climats très-éloignés.

764. JE vais terminer ce qui regarde l'uſage du Baromètre pour la *meſure des hauteurs* par l'examen de quelques expériences relatives au même ſujet, faites en des climats fort éloi-

---

(*a*) *Mémoire de l'Académie des Sciences de Paris*, année 1733, *in-12*, *pag.* 60.

gnés du nôtre. Il est intéressant de savoir si cette différence dans les lieux n'en produit point dans les modifications de l'*air*.

J'ai déjà parlé plusieurs fois de la formule qu'a donné M. *Bouguer* pour conclurre les hauteurs des lieux, de l'abbaissement du mercure dans le Baromètre. Cette formule, qui découle d'expériences faites dans un climat bien différent du nôtre, diffère à plusieurs égards de la mienne. Mais j'ai reconnu que ces différences n'en supposent point dans la nature de l'*air*, & qu'elles peuvent être expliquées très-naturellement par les mêmes règles d'où découle ma formule : c'est ce que je vais montrer.

Celles de M. *Bouguer* au *Pérou* ne sont point contraires aux Loix générales des dilatations de l'*air*.

Application des règles précédentes aux observations faites par M. Bouguer *au* Pérou.

765. M. *Bouguer* ayant fait un grand nombre d'expériences du Baromètre à des hauteurs connues dans les *Cordilières*, trouva une formule par le moyen de laquelle les abbaissemens observés du mercure donnoient exactement ces hauteurs. Cette découverte étoit très-intéressante ; elle annonçoit du moins quelque Loi régulière dans les condensations de l'*air* : mais elle perdit beaucoup de son prix, lorsque M. *Bouguer*, voulant appliquer sa formule à des observations faites à de moindres hauteurs, s'apperçut qu'elle n'y quadroit point avec les mesures actuelles, que par conséquent il falloit l'abandonner pour la région de l'*air* où elle eût été le plus utile ; puisque c'est celle que nous habitons.

Il croyoit cependant que ses condensations suivoient dans la partie inférieure de l'Atmosphère, des Loix différentes qu'à de grandes hauteurs.

Son Hypothèse pour expliquer cette différence.

L'embarras où se trouve M. *Bouguer* dans la recherche des causes de cette différence apparente entre la partie inférieure de l'Atmosphère & les régions plus élevées, lui fit imaginer son systême de l'inégale *vertu* élastique dans les particules de l'*air*, dont j'ai parlé dans ma première Partie. Heureusement que ce systême n'est pas d'accord avec l'expérience ; car s'il l'étoit, il eût fallu renoncer non-seulement à la mesure des *hauteurs* par le Baromètre ; mais en général à celle de la densité actuelle & locale de l'air : & c'eût été un grand vuide dans la Physique.

Elle n'est pas d'accord avec l'expérience.

M. Bouguer lui-même s'en défioit.

M. *Bouguer* sentoit, à la vérité, qu'il ne donnoit là qu'une hypothèse dont le principal mérite étoit de donner lieu à de nouvelles expériences, auxquelles il invitoit les Physiciens, désirant beaucoup qu'on pût parvenir à perfectionner cette partie de la Physique générale.

Je fus véritablement satisfait, lorsque je vis pour la première fois cet ouvrage, d'avoir concouru aux vues de son Auteur. Je me félicitois de pouvoir lui apprendre que le haut de la *Cordilière* n'est pas la seule région où les condensations de l'air suivent des loix régulières: sa mort m'a privé de cette satisfaction. Cependant il m'est resté celle de communiquer le succès de mon travail à l'un de ceux qui avoient le plus secondé M. *Bouguer* dans ses expériences, & qui en avoit fait lui-même un grand nombre dans le même climat. C'est de M. *de la Condamine* que je parle : on sait combien il avoit à cœur cette partie de la Physique ; & je dois beaucoup au courage qu'il m'a inspiré

par l'intérêt qu'il a pris à mon travail. Quoique je n'aie point fait d'obſervations ſuivies dans des lieux élevés de plus de 700 *toiſes* au-deſſus du niveau de la Mer, & que ce ſoit dans la partie inférieure de l'Atmoſphère que j'ai trouvé ma règle, j'ai lieu de croire qu'elle eſt applicable avec autant & même plus d'exactitude à de plus grandes hauteurs. Car indépendemment de toutes les corrections que j'ai faites au Baromètre, qui le rendent d'une utilité générale, je n'ai rien introduit dans ma méthode qui ne s'accorde avec des principes généraux, que la différence des hauteurs terreſtres ne peut changer. On voit même par le détail de mes obſervations que plus les lieux où elles ont été faites ſont élévés, plus les hauteurs données par ma règle approchent de l'exactitude.

Cependant cette règle eſt différente de celle de M. *Bouguer*, qui parle auſſi d'après l'expérience. On pourroit dire que ſes obſervations ont été faites en Amérique, & les miennes en Europe, & que la différence des climats influe ſans doute ſur la nature de l'*air*. Mais cette ſolution de la difficulté particulière ne feroit qu'augmenter la difficulté générale. Heureuſement je puis démontrer aſſez bien que les expériences mêmes de de M. *Bouguer* ſervent de preuve à ma règle; & j'avoue que ma ſatisfaction à cet égard augmente, par l'idée de rendre utiles des expériences qui ont coûté beaucoup de peine à des hommes rares, & qui peut-être ne ſeront jamais répétées.

766. Pour établir les différences qui ſe

trouvent entre la règle de M. *Bouguer* & la mienne, & la conformité qu'il y a cependant entre les résultats de nos expériences, je vais rappeler ici les principaux passages de son Mémoire, qui donnent une idée de cette règle, & des expériences qui lui ont servi de fondement.

Exposition de la régle de M. *Bouguer.*

« (*a*) Si on prend la différence des logarithmes des hauteurs du mercure exprimées » en lignes, & qu'on ne se serve que des » quatre premières figures après la caractéristique, il suffira d'en retrancher une trentième partie, pour avoir la hauteur de la » montagne exprimée en *toises*.

» (*b*) On s'étoit proposé jusqu'à présent de » trouver immédiatement les hauteurs absolues des montagnes, en considérant le niveau de la mer comme premier terme; les » raisons que nous venons d'exposer, prouvent qu'il faut nécessairement prendre les » choses dans le sens contraire, & partir » toujours de points très-élevés, qui soient » situés dans cette région supérieure, où » l'intensité du ressort de l'air est exactement » la même, & où la hauteur du mercure » est en même temps moins variable. Il faut » remarquer aussi que les circonstances dans » lesquelles nous nous sommes trouvés, nous » ont obligés de charger toujours nos Baromètres sans faire chauffer le mercure. Lors-

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1753, *in-12 pag.* 776. 4°. *pag.* 619.

(*b*) *Ibid. in-12.* 791. 4°. *pag.* 529.

» qu'on a donc des expériences faites de la » même manière sur les plus hautes mon- » tagnes d'Europe, on pourra trouver, par » la différence des logarithmes, combien » elles sont moins élevées que celles de la » *Cordilière* du Pérou, & on en inférera en- » suite la hauteur absolue. Le P. Sébastien » Truchet observa, par exemple, sur le Mont- » d'or, que le mercure s'y soutenoit à 22 » *pouces* 2 *lignes;* cette hauteur, comparée » à 15 *pouces* 11 *lignes*, qui est la hauteur » du mercure sur Pitchincha, fera trouver » que le Mont-d'or est moins haut que l'autre » montagne, de 1391 *toises*, & qu'il a par » conséquent 1043 *toises* de hauteur; ce qui » ne diffère que de 5 *toises* de la hauteur » (1068 *toises*) déterminée géométriquement » par M. Cassini.

767. Pour ne pas entrer dans de trop grands détails dans la comparaison de mes expériences & de ma méthode avec celle de M. *Bouguer*, je réduirai aux quatre chefs suivans les différences qui se trouvent entr'elles, ou ce que je regarde comme des défauts dans celle de M. *Bouguer*.

Défaut de sa méthode.

1°. Son Baromètre n'avoit pas été purgé d'air par le feu, & il étoit fait d'un tube droit, plongé dans un vâse de mercure. Par ces deux raisons, ce Baromètre devoit se tenir plus bas que le mien qui est exactement purgé d'air, & dont le tube est un simple siphon (346 & 384). De cette première disparité entre la méthode de M. *Bouguer* & la mienne, c'est-à-dire, de ce que son Ba-

Son Baromètre devoit se tenir trop bas.

Il trouvoit donc les hauteurs trop grandes par les logarithmes.

romètre devoit constamment se tenir plus bas que le mien, il en résulte, qu'à égale différence de hauteur du mercure, celle des *logarithmes* devoit être plus grande pour les observations de M. *Bouguer* que pour les miennes, parce que les différences des *logarithmes* des nombres également éloignés l'un de l'autre dans l'échelle numérique, deviennent d'autant plus grandes que les nombres sont plus plus petits (556).

[illegible] mercure.

2°. Les corrections que je fais sur la hauteur du mercure dans le Baromètre, quand la température est différente d'un certain point fixe, réduisent cette hauteur à ce qu'elle seroit, si le Baromètre étoit toujours affecté du même dégré de chaleur. M. *Bouguer* n'a point fait cette correction, & cependant l'augmentation de la chaleur devoit faire baisser son Baromètre, parce qu'il n'étoit pas purgé d'air au feu (353); desorte qu'indépendamment des variations produites par la différence d'élevation des lieux, il se faisoit d'autres variations dans ce Baromètre, produites par les différences de la chaleur, dont M. *Bouguer* ne tenoit pas compte.

[illegible] à celle de l'air.

3°. Dans les observations du Baromètre, relatives à la mesure des hauteurs, j'ai égard au dégré de chaleur de l'air, & je réduis toutes les observations à une température fixe (372). M. *Bouguer* ne fait pas cette correction.

Il fait une déduction constante sur la différence

4°. Enfin, il soustrait toujours une trentième partie de la hauteur donnée par les logarithmes, au-lieu que je n'y fais point de

changement fixe ; il eſt même une température de l'air pour laquelle je n'en fais point, la hauteur étant donnée immédiatement par les logarithmes dans cette température (587).

Des logarithmes des hauteurs du mercure.

Je ne regarde pas comme une différence eſſentielle, d'abandonner la *caractériſtique* des *logarithmes*, comme le fait M. *Bouguer*, parce qu'elle eſt la même pour tous les logarithmes des hauteurs du mercure qu'on peut obſerver ; cependant elle eſt néceſſaire quelquefois, comme on le verra dans la ſuite.

La caractériſtique des logarithmes négligée par M. *Bouguer* eſt utile en certain cas.

768. Les différences que je viens d'indiquer, ſont certainement eſſentielles. Cependant la nature des circonſtances qui accompagnèrent les expériences de M. *Bouguer*, ſa méthode & la mienne peuvent donner les mêmes réſultats dans ces cas particuliers. Je vais indiquer ces circonſtances & leurs effets.

Cependant la méthode de M. *Bouguer* & celle qui eſt propoſée dans cet ouvrage s'accordent pour les obſervations faites dans les *Cordilières*.

769. Je remarque d'abord que les deux premiers défauts de la méthode de M. *Bouguer* peuvent s'être compenſée dans ſes expériences.

Les deux premiers défauts peuvent s'être compenſés.

On ſait que la chaleur diminue à meſure qu'on monte ſur les montagnes ; celles du *Pérou* ne s'écartent pas de la règle générale, puiſque la neige couvre leurs ſommets. Ainſi, puiſque le Baromètre de M. *Bouguer* étoit conſtruit de manière qu'il devoit ſe tenir d'autant plus haut que la chaleur étoit moindre, il devoit ſe tenir trop haut dans la ſtation ſupérieure, relativement à l'inférieure ; ou, ce qui revient au-même, il ne devoit pas autant baiſſer lorſqu'on montoit, qu'il auroit baiſſé ſans ce défaut. La différence des hauteurs du mercure dans les deux poſtes

Le ſecond tend à diminuer la hauteur.

étoit donc moindre qu'elle ne devoit être naturellement, & par conſéquent la différence des *logarithmes* de ces hauteurs devoit être trop petite pour donner la *hauteur* des lieux. Mais par le premier défaut de la méthode de M. *Bouguer*, cette différence des *logarithmes* devoit être trop grande (767 1°.). Donc les effets de ces deux premières différences de la méthode de M. *Bouguer* comparée à la mienne, ont pu ſe compenſer, & le réſultat des deux méthodes, à ne conſidérer que ces différences, a pu ſe trouver le même.

Le premier tend à l'augmenter.

Les deux autres ſe compenſent plus ſûrement encore.

770. Je vois une compenſation plus probable encore, dans les deux dernières différences de nos méthodes. M. *Bouguer* n'avoit pas égard à la température de l'air, pendant ſes obſervations; mais conduit par ſes expériences, il déduiſoit toujours une trentième partie de la différence des *logarithmes* des deux hauteurs du mercure. Or, je fais une déduction égale à celle-là, quand la chaleur de l'air eſt — 16 ½ de mon Thermomètre (611), qui correſpondent à-peu-près au *tempéré*; & je crois pouvoir ſuppoſer très-probablement que c'étoit-là le dégré moyen de chaleur de l'Atmoſphère dans les lieux où M. *Bouguer* fit ſes obſervations; puiſque toutes les relations des voyageurs s'accordent avec la ſienne pour nous apprendre que, vers la hauteur moyenne de la *Cordilière*, on éprouve un printems perpétuel (*a*).

La Température conſtante dans les *Cordilières* exige la déduction conſtante faite par M. *Bouguer* ſur la différence des logarithmes.

(*a*) Voici comme s'exprime M. *Bouguer* dans un Mémoire ſur la dilatation des métaux. (Mémoire de

771. Il reste un point à expliquer dans les expériences de M. *Bouguer*, c'est leur uniformité entr'elles & avec celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*, quoiqu'ils n'aient pas employé des précautions que j'ai indiquées comme indispensables. Je crois pouvoir attribuer cet accord à un heureux coucours de circonstances qu'il n'est pas difficile de concevoir. Ce que je viens de dire sur l'égalité de température de l'air dans la moyenne région des *Cordilières*, qui est un fait, lève déjà la plus grande partie de la difficulté. Car cette circonstance contribue non-seulement à l'uniformité de poids de l'Atmosphère ; mais encore à celle du rapport des hauteurs du mercure dans les Baromètres placés à différentes élévations, quoiqu'on ne fasse point de correction pour la différence de chaleur dont le mercute est affecté. J'ajouterai que, suivant les observations de MM. *de la*

Raisons de l'accord des expériences de M. *Bouguer* avec celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*.

L'égalité de température.

Le peu de variation du Baromètre.

l'Académie des Sciences de Paris, année 1745). « Presque toutes les fois que j'ai parlé de *Quito*, j'ai eu occasion de dire que la température de cette Ville, pendant toute l'année, pouvoit se comparer à celle dont on jouït en France vers le milieu du printems ou le milieu de l'automne. Non-seulement l'air qu'on respire dans cette Capitale, de même qu'à la campagne, qui est toujours ornée de verdure, marque le climat *tempéré*; mais le Thermomètre de M. *de Réaumur* y indique ordinairement 13 ou 14 dégrés ». Comme les observations du Baromètre rapportées par M. *Bouguer* ont été faites sur des montagnes plus élevées que *Quito*, on peut supposer sans erreur sensible, comme je l'ai fait dans le texte, que la température moyenne de la colonne d'air mesurée par le Baromètre étoit au *tempéré*, soit aux environs de 10 *dégrés* de M. de *Réaumur*.

Condamine & *Goain*, le Baromètre ne varie presque point dans ces climats.

La grande hauteur des lieux.

Ce n'est donc pas à un concours de compensations dans des vicissitudes de l'Atmosphère, qu'il seroit difficile d'admettre; mais à un singulier assemblage d'uniformités particulières au climat où ces MM. ont fait leurs observations, qu'on doit attribuer l'accord qu'elles ont entr'elles. Il faut remarquer aussi que les lieux auxquels ils rapportoient leurs observations, étoient élevés de plus de 1000 *toises* au-dessus du niveau de la mer: ce qui augmente beaucoup la probabilité d'un état permanent de l'Atmosphère. Aussi a-t-on vu que M. *Bouguer* remarque lui-même que, lorsqu'il descendoit plus bas, il ne trouvoit plus la même Loi.

Mais ces causes de conformité ne se trouvent pas partout.

772. Tout ce que j'ai dit ci-devant des vicissitudes auxquelles la partie inférieure de l'Atmosphère est exposée, & ce que l'on connoît des variations du Baromètre sur les montagnes de l'Europe, s'oppose à l'idée qu'avoit M. *Bouguer*, que, pour mesurer les montagnes par le Baromètre, il falloit comparer les nouvelles observations avec celles qu'il avoit faites sur quelque Pic des *Cordilières*, dont la hauteur étoit connue.

Exemple tiré du *Mont-d'or* où la hauteur du mercure est variable.

Il est vrai que cette méthode lui a réussi pour estimer la hauteur du *Mont-d'or* en Auvergne, comparativement à celle de *Pitchincha* qui est une sommité de la *Cordilière*. Il se sert pour cela d'une observation faite en 1705 par le Père *Sebastien Truchet* sur le *Mont-d'or*, où il trouva la hauteur du mercure à 22 *pouç.* 2 *lig.* Mais cette hauteur n'est pas invariable, puisqu'on

voit dans les Mémoires de 1740 que M. *Cassini de Thury* ayant observé le Baromètre au même endroit, le trouva à 22 *pouc.* 5 *lig.*, ce qui diminue de 47 *toises* le résultat du calcul. Je suis persuadé même que cette différence peut être plus grande encore, car il pleuvoit lorsque M. *Cassini* fit son observation; & il est possible que, s'il eût fait beau tems, le mercure se seroit tenu plus élevé; & qu'ainsi, la différence de la hauteur observée au *Mont-d'or*, comparée à celle que M. *Bouguer* observa sur *Pitchincha*, étant plus grande, elle auroit assigné encore moins de hauteur à la première de ces montagnes: car plus la hauteur du mercure sur le *Mont-d'or* sera grande, plus elle s'éloignera de la hauteur observée sur *Pitchincha* qui est moindre, & par conséquent plus le sommet du *Mont-d'or* paroîtra abbaissé au-dessous de celui de *Pitchincha*.

On peut trouver la hauteur d'une montagne sur un lieu donné, par des observations simultanées.

773. Je pense avec M. *Bouguer* qu'il ne faut point chercher la hauteur absolue des lieux, en considérant le niveau de la Mer comme le premier terme (550). Mais on peut connoître la hauteur d'une montagne sur un lieu donné, par l'observation du Baromètre dans ce lieu & sur la montagne. C'est ce que j'ai prouvé par le détail de mes expériences.

Les condensations de l'air sont soumises aux mêmes loix dans les montagnes d'*Europe* & dans celles d'*Amérique*.

774. Si M. *Bouguer* n'eût pas trouvé tant d'uniformité dans les résultats de ses observations & de celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*, faites vers le haut de la *Cordilière*; & qu'au contraire il y eût éprouvé les mêmes variations qu'il remarqua, lorsqu'il descendit au-dessous de *Quito*, la fertilité de son génie lui en

auroit fait sûrement soupçonner les raisons. Mais le manque de loisir & de bons instrumens ne lui auroit peut-être pas permis de pousser bien-loin ses recherches. On peut donc regarder comme une circonstance très-favorable l'uniformité d'état de l'air dans les principales de ces observations. En mon particulier je dois à cette circonstance & au travail de ces Messieurs, une preuve très-forte que ma règle peut être employée avec succès à la mesure des plus grandes hauteurs, & dans des pays fort éloignés de ceux où j'ai fait mes expériences : puisque je viens de montrer qu'elle s'accorde très-naturellement avec leurs observations faites sur les plus hautes montagnes de la terre, & dans un climat bien différent de celui que nous habitons.

*Application des mêmes règles à des observations du Baromètre, faites par M. l'*Abbé de la Caille *au* Cap de Bonne-Espérance.

Observations du Baromètre faites au *Cap de Bonne-Espérance* par M. l'Abbé *de la Caille.*

775. Aux preuves tirées des observations faites au *Pérou*, qui établissent la généralité de ma règle, je puis en ajouter une autre qui fortifiera ces premières. Je la tire d'un Mémoire de M. *l'Abbé de la Caille*, qui a pour titre, *diverses observations Astronomiques & Physiques faites au Cap de bonne-Espérance* (Mémoire de l'Académie, année 1751). Parmi les choses intéressantes que ce Mémoire renferme, on y voit des observations du Baromètre faites sur la montagne *de la Table*, voisine de la Ville du *Cap*. Le soin qu'a pris M. *de la Caille* d'indiquer

diquer la plupart des circonstances qui ont accompagné ces observations, me met en état de les comparer aux miennes. J'entreprends cet examen d'autant plus volontiers, qu'en montrant par-là quel parti on peut tirer d'expériences bien décrites, je justifierai les détails dans lesquels on m'a vu entrer, & qui auront pu paroître des longueurs.

Mesure géométrique de la hauteur de 2 signaux sur la montagne de la *Table*.

776. M. *l'Abbé de la Caille*, ayant mesuré géométriquement l'élévation de deux signaux qu'il avoit établis sur la montagne *de la Table*, trouva le *signal Oriental* élevé de 534 *toises* $\frac{1}{2}$, & le *signal Occidental* de 542 $\frac{1}{2}$; l'une & l'autre de ces hauteurs étant comptées depuis le niveau de la mer.

Observation du Baromètre aux 2 signaux.

777. Le 22me. Septembre 1751; après avoir fait bouillir le mercure dans son Baromètre, il observa sa hauteur auprès des deux signaux, & il la trouva à 11 heures $\frac{1}{2}$ du matin de 24 *pouc.* 10. *lig.* $\frac{1}{2}$ à la partie Orientale; & à midi $\frac{1}{2}$ de 24 *pouc.* 9 *lig.* à la partie Occidentale.

Observations correspondantes au bord de la mer.

778. Le Baromètre auquel les observations faites à la montagne devoient être rapportées, étoit placé dans l'observatoire de M. *de la Caille*, élevé de 12 à 15 *pieds* au-dessus du niveau de la mer. Le mercure avoit aussi bouilli dans son tuyau, & par conséquent il devoit être a-peu-près d'accord avec celui de la montagne. La hauteur du premier étoit à quatre heures du matin, 28 *pouc.* 3 *lig* $\frac{3}{4}$; & à midi, 28 *pouc.* 1 *lig.* $\frac{1}{2}$: il continua à baisser jusqu'au soir. Il s'étoit donc fait une

variation de plus de 2 *lignes* dans 8 heures ; ce qui fait environ $\frac{1}{4}$ de *ligne* par heure : de sorte qu'à 11 heures $\frac{1}{2}$ le mercure devoit être dans le Baromètre du *Cap*, à 28 *pouc.* 1 *lig.* $\frac{12}{14}$; & à midi $\frac{1}{2}$ à 28 *pouc.* 1 *lig.* $\frac{13}{14}$.

Remarque sur les Baromètres employés par M. *l'Abbé de la Caille.*

779. Les Baromètres de M. *de la Caille* avoient un *réservoir* ; & par conséquent, ils devoient se tenir un peu plus bas que celui dont je me suis servi pour mes expériences (384). Je suppose que cette différence est d'1 *ligne* que j'ajoûte uniformément à toutes les observations ci-dessus, tant du *Cap* que de la *Montagne*, pour les calculer par les *logarithmes* suivant ma règle (551). Ainsi les hauteurs du mercure seront :

Pour la partie Orientale.

à 11 heures $\frac{1}{2}$	Au *Cap*... 28 *p.* 2 *l.* $\frac{12}{14}$. soit..	338 *l.* $\frac{12}{14}$
	à la *Montag.* 24.. 11 $\frac{3}{5}$. . .	298 . [illegible]

Pour la partie Occidentale.

à midi $\frac{1}{2}$	Au *Cap*... 28 *pou.* 2 *li.* $\frac{13}{14}$, soit	338 *lig.* $\frac{13}{14}$
	à la *Montag.* 24... 10 . .	298

780. En prenant la différence du *loga-*

rithme de ces hauteurs du mercure, & divisant par 1000, on trouvera 537 *toises*, pour la *partie Orientale*; & 554, pour la *partie Occidentale* : & comme le Baromètre du *Cap* étoit élevé d'environ deux *toises* au-dessus du niveau de la Mer, il faut les ajouter à ces deux hauteurs qui seront alors 539 & 556 *toises*. La différence du premier résultat avec la hauteur réelle, est donc quatre *toises* ½; & celle du second treize *toises* ½.

Calcul des observations.

781. Il s'agit à présent de chercher quelle peut être la raison de ce que la dernière de ces différences est plus grande que la première. On a pu voir dans la description que j'ai donnée de mon Baromètre & de toutes les pièces dont il est accompagné, combien de précautions il faut prendre, pour observer uniformément; une *demi-ligne* de différence dans la hauteur du mercure à l'une des stations de M. l'Abbé *de la Caille*, suffiroit pour rendre égales les différences des résultats de ses observations. Or une erreur de *demi-ligne* peut se faire très-aisément, soit par la mesure des colonnes dans un tube isolé comme étoit celui de M. *de la Caille*, soit par la situation de ce tube, mais sur-tout par une différence dans le dégré de chaleur dont le mercure est affecté. Je remarquerai sur ce dernier objet, que M. l'Abbé *de la Caille* partit du *Cap* le matin même du jour où il fit les observations dont je parle; il

Remarques sur les *différences.*

La différence de chaleur du mercure peut avoir produit le petit excès de l'une sur l'autre.

avoit à monter 5:4 *toiſes* en hauteur verticale, ſur une montagne qui eſt à quelque diſtance de la Ville ; lorſqu'il fut au ſommet, il chargea ſon tube, & il fit bouillir le mercure ſur un feu qu'il fallut préparer. Cependant à 11 heures ½ du matin, il fit ſa première expérience. Ce court eſpace de tems me fait préſumer que le mercure de ſon Baromètre étoit plus chaud dans ce moment-là qu'il ne le fut une heure après, lorſqu'il fit ſa ſeconde obſervation, & que par conſéquent il devoit ſe tenir trop haut dans la première. Cela ſeul peut avoir occaſionné la différence dont il s'agit.

Les différences elles-mêmes proviennent sans doute en partie de la différence de chaleur du mercure au *Cap*, & sur la montagne.

782. De la comparaiſon des réſultats entr'eux, ſi l'on paſſe à leur différence moyenne d'avec les hauteurs meſurées géométriquement, on trouvera que les *hauteurs* fournies par ma règle excèdent de 9 *toiſes* ces hauteurs meſurées. Si le Thermomètre eût été obſervé auprès du Baromètre, à la *montagne* & au *Cap*, pour corriger les hauteurs obſervées du mercure, cette différence feroit probablement moins grande. Car il devoit faire plus chaud dans la plaine qu'au ſommet de la montagne ; &, par conſéquent, le Baromètre du *Cap* devoit être plus échauffé que celui dont M. *de la Caille* ſe ſervoit, ſurtout dans la dernière obſervation. Si cela eſt, le Baromètre de la montagne étoit trop bas relativement à celui de la plaine, & par cela même il indiquoit trop de hauteur.

Je n'ai considéré encore que le calcul ... ediat des abbaissemens du mercure sur la ... ontagne de *la Table* ; il s'agit à présent d'examiner quelle est la température de l'air qu'indiquent les résultats. Lorsque le calcul des abbaissemens du mercure donne immédiatement la hauteur des lieux, cela suppose que la température est à + 16 ¾ du Thermomètre de mercure divisé en 80 parties (588) ; mais dans le cas présent, il donne 9 *toises* de trop, en ne faisant aucune correction pour la différence de chaleur dont le mercure étoit affecté au *Cap* & sur la *montagne* ; ce qui suppose que la température de l'air étoit à + 14, ou un peu plus haut, si l'on fait quelque correction pour cette différence. Or, ces observations ont été faites le 22 Septembre, c'est-à-dire, à l'entrée du Printems, par un fort beau jour, dans un climat où le terme moyen entre la chaleur de l'Été & celle de l'Hyver est + 16. Il est donc très-probable que l'air étoit alors au *Cap* à-peu-près à cette température.

Remarques sur la température de l'air indiquée par ces *différences* ;

Et sur la température probable.

784. Les limites étroites dans lesquelles se trouve renfermé ce qu'il y a d'arbitraire dans mes conjectures, me permettent donc de penser, qu'en faisant au *Cap de Bonne-Espérance* les mêmes observations que j'ai faites à *Genève*, on trouveroit les mêmes résultats. Et joignant à cette conséquence celles que j'ai tirées ci-devant des expériences faites dans les *Cordilieres*, il me paroît assez évident que l'air

L'air est donc soumis aux mêmes loix en *Europe*, en *Afrique*, en *Amérique*, & probablement par-tout.

ſuit par-tout les mêmes loix dans ſes modifications, & que ma règle, pour meſurer les hauteurs par le Baromètre, peut être regardée comme générale.

Fin du troiſième Volume.

